果樹合理化施肥技術

專刊

行政院農業委員會農業試驗所
中 華 永 續 農 業 協 會 編印

中華民國九十三年十二月

農業委員會農業試驗所特刊第 114 號

果樹合理化施肥技術專刊

主　　編：戴振耀、林俊義、蔡武雄、廖慶樑

執行編輯：簡宣裕、向為民、劉禎祺

指導單位：行政院農業委員會

主辦單位：中華永續農業協會
行政院農業委員會農業試驗所
行政院農業委員會桃園區農業改良場
行政院農業委員會台南區農業改良場
行政院農業委員會高雄區農業改良場

補助單位：行政院農業委員會農糧署

出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所
中華永續農業協會

中　華　民　國　九　十　三　年　十　二　月

（行政院農委會農糧署　農業管理－推動合理化施肥措施計劃經費補助）

目　錄

戴序 ---戴振耀 I

林序 ---林俊義 II

合理化施肥理念 ---廖慶樑 1

果樹土壤物理性質及其管理 -----------------------------------向為民 5

土壤肥力及植體營養診斷技術 -------------------------------莊浚釗 21

果樹合理化施肥 --- 卓家榮 33

果樹合理化施肥技術 -- 羅秋雄 41

堆肥品質鑑定與施用技術 --------------------------------------- 簡宣裕 67

果樹之覆蓋綠肥作物的種類與利用 ----------------------------- 張金城 77

高屏地區農業概況與展望 --------------------------------------- 黃賢良 85

印度棗合理施肥技術 -- 林景和 93

荔枝合理施肥技術 -- 林永鴻 97

蓮霧合理施肥技術 -- 林永鴻 107

合理化施肥之展望 -- 黃山內 115

戴序

現代化的集約式農業生產，大量的施用化學肥料，雖然達到顯著之增產效果，但也逐漸呈現地力日趨衰退之現象。土壤環境遭受破壞，造成土壤酸化及鹽分累積、河川、湖泊及地下水遭受污染，對自然環境生態造成負面影響，農產品的品質難以提升，亦直接或間接的影響人體健康。

適量及均衡的養分供應，為確保作物產量和品質的重要關鍵之一，肥料供應不足作物的產量會受到影響，但是，過量施肥不但對作物本身和生態環境均會造成傷害，也浪費寶貴的肥料資源和農友的金錢。因此，為確保農產品品質及環境的維護，合理的施肥技術必須考量不同作物種類及生育階段之營養需求，配合科學化的土壤及植體營養診斷技術，推薦合宜的肥料種類與用量，適當的施用時期與方法，適當的施用有機資材，以達到節約肥料、提高產量與品質、增加農民收入，並兼顧農田地力及生態環境之維護。

為提昇果樹肥培管理與合理化施肥技術，解決果樹栽種上所面臨之問題，以增進果樹產業水準與產值，並增進農政及農業從業人員與農友之作物合理施肥知識，中華永續農業協會、行政院農業委員會農業試驗所、桃園區農業改良場、台南區農業改良場與高雄區農業改良場，共同辦理「新竹地區作物合理施肥講習會」、「台南地區作物合理施肥講習會」與「高雄區作物合理施肥講習會」，邀集相關專家講述果樹肥培管理之精闢技術，並編印「果樹合理化施肥技術」專刊，內容涵蓋合理化施肥之理念及展望、土壤肥培管理、相關果樹之合理化施肥技術、覆蓋綠肥作物之種類與利用及有機資材的特性及施用技術等，對從事永續農業生產及推廣之人員與農民，甚具參考價值，茲值付梓，謹為之序。

中華永續農業協會理事長 **戴振耀** 謹識

九十三年十二月

林序

近代的農業經營，為供應世界人口快速成長所需的糧食作物，致力於高產量品種之育成，以大型農機具耕作，單一作物之連續種植，並投入大量的化學肥料，雖達到增產的目標，但也對環境造成衝擊。

為確保農產品的品質及環境維護，並降低農民施肥成本，宣導及推行合理化施肥是必然之舉。合理化施肥包括肥料種類之選擇、適當之肥料用量、施肥位置、施肥時機與平衡施肥等，缺一不可，為目前合理化施肥推廣上重要的課題。此外，根據各農業試驗改良場所多年來試驗示範成果顯示，依照需肥診斷推薦量施肥對產量與品質並沒有影響，甚至有增加產量或改善品質之效益。因此，加強合理化施肥，減少肥料浪費，降低施肥成本，提高農產品的量與質，以增加農民的收入，乃現階段最重要之任務。

中華永續農業協會、行政院農業委員會農業試驗所、桃園區農業改良場、台南區農業改良場與高雄區農業改良場在行政院農業委員會指導及經費補助下，共同辦理「新竹地區作物合理施肥講習會」、「台南地區作物合理施肥講習會」與「高雄區作物合理施肥講習會」，邀請相關專家及學者，就果樹合理施肥技術等相關議題，分別講述精闢之研究成果，對提昇相關從業人員之知識及永續農業合理化經營的推展，甚具意義。各授課專家之講稿，已彙集成專刊，可做為推動永續農業合理化施肥技術之參考，特為之序。

行政院農業委員會農業試驗所所長 林俊義 謹識

九十三年十二月

合理化施肥理念

廖慶樑

行政院農業委員會農業試驗所

前言

台灣地處熱帶、亞熱帶，整年有溫暖的氣溫與較高的降雨量，土壤風化迅速，養分被淋洗流失的速度也較快，加上在密集栽培系統下一年種植二至三作以上，土壤肥力的耗損更形嚴重，常需要適當補充養分，提昇土壤肥力，才能維持作物正常生產的地力。

近年來化學肥料價格較便宜，肥效較快速，加上農村勞力不足，工資價昂，為節省施肥工資，化學肥料的多量少次的表面施肥，因而在農村頗為流行。這種施肥方式，不但減低單位肥料之生產效率，並且浪費肥料用量，以致單位面積之化肥施肥量偏高，亦會污染生態環境，導致水質與土壤性質之劣化。為維護農田地力及生態環境，節約肥料資源，減少肥料支出，增加農民收入，提高農產品產量與品質，積極推動合理化施肥成為一件很重要的工作。

合理施肥的意義

作物需求之要素為碳、氫、氧、氮、磷、鉀、硫、鈣、鎂、矽、鐵、錳、鋅、銅、鉬、硼、氯等十七種元素。其中除了碳、氫、氧係由空氣和水供給外，餘均靠土壤供給。

植物生長營養要素雖多達十七種，但植物生長卻受最少(乏)之要素所限制，如不補充這種要素，即使其他要素有充分量，亦不能發揮促進植物生長之效果(此現象稱為最少養分律)。故施肥

時應判斷土壤中何種要素最缺，針對這種最缺的要素補充施肥才能得到最佳的效果。

又當土壤中缺少要素而施肥時，植物生長量雖跟著施肥量之增加而增加，單位施肥量所能增產之作物收量卻隨著施肥量之增加漸減(此現象稱為報酬減律)，故施肥量增加至某一程度後產量不再增加，甚至減產。收穫物品質與施肥量之關係亦有類似情形。我們知道施肥費用乃隨著施肥量比例而增加，因此，事實上作物生理上可獲最高產量之施肥量，未必是最經濟的施肥量。

由於肥料之施用在各種生產資材中，影響作物產量和品質最大，其合理施用亦關係生態環境之維護，故如何教導農民，依照作物需要，作適量、適時、適法之施肥，實為土壤肥料推廣人員之重要責任。

土壤肥力的涵義

狹義的土壤肥力係指土壤供應作物營養元素的能力，也可稱為土壤中有效養分狀態。土壤肥力包括兩個主要因子：作物必要元素的總含量(capacity)，以及可有效供應之強度(intensity)。假使土壤中含量多，但無法有效供應，則作物仍會缺乏養分，例如酸性土壤中磷與鐵、鋁反應，產生難溶之沉澱物以致無法供應作物吸收利用，作物即容易缺磷。因此要合理的施用就必要掌握土壤中作物必要元素的總量及其有效程度。必要元素的有效程度又受土壤物理、化學甚至生物條件影響，所以對於土壤物理、化學與生物因子如何影響必要元素之有效程度多所了解，當有助於施肥之合理化。

要使作物得到高產，不但要量上能夠充足且平衡的供應養分不受養分匱乏之影響，亦應在作物生長期中均衡的供應作物各生長階段所需之養分。養分平衡(nutrient balance)的目的，為達維

持長期高的土壤肥力，而達到高的土壤生產力外，尚需對任一作物生長期中養分的供應能夠均衡達到任一短期間的需要。由於土壤因素或植物因素影響到作物之養分吸收量。與吸收養分間的比例，使作物較難達到所需之量與比例。為了達到高產之耕作，需人為平衡供應不同養分(肥料)，這除了養分供應問題外，尚需注意避免養分的不平衡。

影響施肥的因素

肥料效果並非影響於某一單純因素，而受影響於眾多自然與人為因素，隨時隨地均有變異。其中尤以下列各因子對肥料效果影響甚大：

一、作物品種之特性；作物的吸收能力。

二、氣候因素：a.日照 b.與量 c.溫度。

1.土壤性質：a.物理性質 b.化學性質 c.生物性質 d.肥力。

2.栽培管理：a.植物保護 b.密植度 c.覆蓋 d.耕耘 e.水分管理。

三、肥料本身的性質：a.化學肥料 b.有機質肥料。

四、施肥的方法：a.施肥的位置 b.施肥的時期。

由於以上各種因子均會影響作物之產量及肥料需要量，施肥適量係在標準栽培管理下依品種、栽培季節、地區(生產潛力)及土壤肥力分別推薦，而在栽培管理改變時，則另註明施肥適量如何增減。

合理施肥執行的要領

各種要素需用與否及使用量之多寡，需仰賴土壤分析及植體(葉片)營養診斷技術之綜合應用，農業試驗所、各地區農業試驗改良場及其他農業學術機構多年來做了許多相關之試驗研究，建立各種作物之不同要素含量濃度等級資料，作為作物需肥診斷服

務推荐施肥之依據。另外，參照農業技術單位編印之「作物施肥手冊」中之各類作物施肥管理方法適當選擇肥料種類及用量、施肥方法，是為合理化施肥。

結　語

合宜的肥料管理方式，不但可提升作物的產量及品質，提供適合作物生長的健康環境，進而減少肥料、生長素、殺菌及殺蟲劑之施用，同時可以避免土壤生產力的衰退及對環境所造成的污染衝擊。

合理化施肥是要依據農業科技診斷土壤與作物之需要來施肥，不但要達到確保農產品產量與品質之目的，更要維持生態環境的平衡和諧，不會造成土壤、水源環境有污染之虞，達到多贏之目標。

果園土壤物理性質及其管理

向為民 陳邦華 劉嘉仁

行政院農業委員會農業試驗所

前 言

土壤物理狀況和果樹生長的好壞是有絕大關係的。因此，有人把肥沃土壤的條件分為「營養分」的肥力和「物理性」的肥力兩大要件。文獻知識告訴我們果樹的根系是重要的器官，除了固定果樹，吸收水分和營養分；同時又是合成各種激素的器官；影響整個果樹的生長和發育。培養健壯的根系，充分發揮根系的和各項功能，是保證果樹正常生長結果的基礎。土壤的物理條件，例如溫度、水分、通氣等等，都可以決定根系的結構和狀態。

一般果樹栽培的技術手冊，提到土壤物理性的適栽條件，幾乎都是要求砂壤土、具有團粒構造、疏鬆....等等。如此這般，就是代表好的土壤物理性質。當然，一般來說，也沒錯，就是如此。然而把台灣平地和坡地的土壤調查資料翻來看，或是自己到果園去看一下土壤，幾乎是不合乎條件的多，合乎條件的少。

土壤施肥或是改良，常常提到的，推廣的，大力鼓吹的，翻來覆去就是施用有機肥料或是生物肥料，好像單單生物性條件孤一項處理好了，土壤就健康了，根系發展就沒問題了。水肥管理策略和技術也大多是「普普」，只是足量的水和肥，或者專注氮磷鉀鈣鎂養分比率的調控。若是對土壤物理性沒有深入的思考，一旦遇到特殊情況挑戰的時候，有時就很難變通，無法快速地解決問題。

台灣農作有關的大部份事情，包括氣象條件、作物品種、整枝催花技術以及其他各項的農業操作，是不斷的在變動；可以說唯一不變的事情，就是不斷的變動。我們對土壤的管理除了要因應栽培技術的改變之外，同

時又有很大的責任，是要維持土壤的品質，或是說構建一個健康的土壤，這種土壤是能夠生產優質和安全的果品，同時這種土壤的管理技術將不致使地力衰退，不但如此，更要增進土地的生產能力；要求是能夠持續地被我們子子孫孫永遠地利用。

在這裡，我們針對永續性(持續)的土壤利用，來分析土壤管理；也就是針對根系生長的環境，提出調控方法的建議，目的在建立建全的根系，追求好的生產以及保全良好的生態環境。

直接影響根系生長的物理因子

直接影響根系生長與吸收的土壤物理性質因子，包括有水分、氧氣、溫度和械阻力四項。

果樹根系生長的時候，要有充分的水分供應。在不影響根系氧氣供應的狀況下，水分愈充足愈好。果樹幼樹期間根系必得要充分地生長，足夠的根量來吸收足量的水分、養分，提供給枝葉生長。根吸收水分和養分最主要的部分是細根和根毛。在嚴重乾旱情況下，根系停止生長，根毛加速死亡。

土壤中有三相，分別是氣體、液體和固體。土壤是多孔體，固體粒子排列為固相，粒子之間形成孔隙。孔隙就是儲存水分的位置，兼作氣體流通交換的空間。水分多氣室就少。一般來說，氣室要佔有土體積的百分之十以上，氣室與氣室彼此間才能互相連通交換氣體；也就是說才能夠像呼吸一般，將氧氣送到土壤的各個地方。根若是要生長、要進行吸收，就要呼吸。沒有氧氣的地方根沒有作用；甚至根浸水太久還會爛根死亡。因此灌溉補充水分的時候要注意不可浸水太久，也不可過濕。有所謂灌溉要「見乾見濕」，這樣有利根系發達生長。

並不是果樹生長的所有時期都需要水分充足。根發育生長活動旺盛的時候，會合成激勃素等生長激素，有利枝葉生長和果實肥大。但是在果樹需要異化的情形下，適當限水可以停止枝稍生長，有利花芽分化，也可以

讓果實的香味和甜度增強。因為適度的限水，限制根的生長，有利於異化，其代謝產物可以增添果實的風味。

細根群的分布和存在的多寡，對水分和養分的吸收十分的重要，果實產量和品質的好壞，也就決定在細根群分布的情形。果園的調查結果也顯示，細根群分布的深度和果實的產量有相當大關聯，細根群在土面下分布愈深產量愈高。所以，日本將果園土壤有效深度，進行適栽分級時，將 100 公分以上的深度列為第一等，50 公分以上 100 公分以下是第二等級的土壤有效深度。

土壤水分太多時氧氣供應不足，相對的土壤水分變乾的時候，土壤變硬，機械阻力大，阻力大到根沒法子穿入時，根會變短變粗，停住而不能再伸長。根接觸不到的地方，不利養分和水分的吸收。土壤愈緊實，土壤密度愈大，愈容易變的過乾或過濕，而不利根系發展。甚至土壤剖面之中，有所謂的硬磐存在，根本沒有機會讓果樹的根穿過。管理上就要考慮是否需要改良，也就是把他破壞，以增進土壤物理性肥力。

土壤溫度對果樹根的活動有密切關係，一般果樹的根系在 0℃以上開始活動，生長最適當的溫度是 15~25℃，土溫超過 30℃則可能受抑制。台灣位處熱帶、亞熱帶。土壤溫度在敷（覆）蓋良好的情況下，土溫應該不會太低或是太高。然而可能因為灌溉，導致土溫有較大的起伏變化，根或許會因此而受到抑制。一般如果控制灌溉水和土壤之間的溫差不超過 5℃，就不致有問題發生，冬季水溫是最好稍高，夏季稍低為宜；灌溉時間上午 10 時以前或下午 4 時以後為適宜。

間接影響根系生長的物理因子

這些因子包括構造、密度、團粒、孔隙度等等。土壤總體密度高、構造發達、團粒結構良好、孔隙度高一般就是有好的構造。這些因子大部分在田間是可以由目測或是由感官來判斷他的好壞。可以用來作指標，告訴是否我們的果園有良好的土壤物理性，或是有改善的空間，需要特別的管

理和改良。

針對土壤植體和水域，文章後面附有『土壤環境的自我診斷』請大家參考。

果園土壤的排水和灌溉

從生產的觀點來說，土壤水分管理是一項重要的工作。為了保障產量和品質，適當的水分和肥分的供給要互相配合才能夠達到好的效果。水分管理必需考慮多方面且複雜的因素，包括氣象條件、土壤條件、作物條件以及栽培技術條件等等。

對作物而言，水是不可或缺的物質，為了維持氣孔的開度進行光合作用，必需蒸散足夠的水分以應付大氣對水氣平衡的需求。大氣是水分的需求面；需水量決定在氣候條件。晴朗、乾燥、風大的日子需水量就大，相反的需求量就小。

果樹根系要能夠接觸到水源才可以吸收水分，根在土壤中分布的深度、密度和吸取水分的能力，以及土壤傳輸水分到根系的能力，是決定能否提供足量水分的主要因子。整個水分傳輸的體系簡單的描述就是：大氣的需求－果樹的狀態和特性－土壤貯水庫的供水能力。以每日的水分平衡來說，維持土壤適當的水分張力，例如在 20 和 50 分巴之間，讓根很容易吸收水分，再以灌溉補充當日的蒸發散損失，就可以完全保障作物不缺水。

另一方面根系細胞必需要有足夠的氧氣來呼吸，才能維持它的生存與活力；相對於水分的補給，排除根系中過多的水分以便空氣流通也十分重要。土壤供水（灌溉）與排水為土壤水分管理的主要內容。

過多的雨水若短時間內無法由地表排除，表層土壤和大氣之間氣體的交換則將受阻。排髓良好的果園 ，4 小時頻率的降雨量被要求在 4 小時內排除。

地表浸水容易發生在地形平坦的大區域內。因此，平地要從事區域性的排水規劃工作；一旦有水堵在田間排不出去，受損必將嚴重，只有從改

善排水系統來解決。

雨水滲入土壤是必然的也是必需的。土壤構造的好壞決定水分進入的速度。粗大孔隙多的表土，水分滲入土壤就快，因而可以保留較多的雨水，降低地面水流。然而一場大雨可能很快地就將一、二十公分的表層土壤孔隙全都充滿了水，空氣被排除在土體之外。土壤內部排水，就是水分向下排除速度的快慢，決定土壤是否能夠很快地自在地呼吸換氣。土壤必需空出足量的孔隙讓空氣流通；一般來說，土壤要有它本身體積百分之十以上的孔隙，是空的不含水分的，土壤才有連續的通氣管道，可以和地面上新鮮的空氣流通換氣，讓根呼吸。若是通氣受阻，根系缺氧，根部吸收的能力就會降低。

雨後，若是天氣即刻轉為晴朗時，水分蒸散的需求突然變大，而根卻因雨水未能馬上排除，暫時性缺氧，無法吸收足量的水分，就會有缺水的情形發生。若是浸水時間過長，土壤呈現還原狀態還會損傷根系。

土壤內部排水良好與否，由土壤剖面（垂直方向）的孔隙特性決定。土壤內可以由肉眼看見的孔隙或裂隙，就是屬於能夠迅速排水的粗大（通氣）孔隙。這種孔隙中的水受土粒吸附的力量小，地心引力就可以把它移動向下。

土壤剖面中存在土磐或犁底層等密實的土層，是排水不良的主要因子。過於密實的土層，根很難進入，土層中生物的活性就低；良好的土壤構造就不容易形成。改善的方法就是(1).利用深耕或翻土的方式將其破壞。(2).深耕性的作物或綠肥要被安排在耕作系統中，作物殘體也要妥善的留置在田間，以維持土壤的有機質含量。(3)改善化性，像是適當的酸鹼度、鹽基含量和肥料濃度等。一般是將這三個方法同時或交互使用。改善密實土層後，根可以自由生長在土層中，因而將有機質和生物活性帶入。如此，富有粗孔隙、疏鬆、構造良好的土壤容易形成。

地下水位過高的地區需要利用暗管排水來降低地下水位。農地因為地勢低，而讓四週的水不時地匯入，這種情況導致的水患，則可以利用截洩

溝來阻擋排除多餘的水。然而，也需考慮是否值得花費大筆金錢來做排水改善的工作。

極度乾燥的土壤中，水幾乎可以說是被鎖死的。另一種極端則是，土壤孔隙完全充滿了水，水本身的狀態則和自來水管裡面的水，沒什麼差別；此時，水可以由高處向低處流動。介於極度乾燥和飽和之間的土壤水分，是能流動但同時又被土壤吸附的，土壤愈乾水愈不容易流動，也較不容易被作物吸收利用。

可以藉由重力將水排空的連續性大孔隙，稱為通氣孔隙；它的直徑大於 60 微米(60 μm＝0.06mm)，剛好肉眼可以看見。通氣孔隙以外其餘小孔隙中的水，受到較大的吸附力，向下傳導的速度極慢，被認為是可以貯存在土體的水分。

被吸附的土壤水分，常常用張力(負壓力)來表示它的狀態，例如 50 公分、100 公分、1000 公分水頭的土壤水分張力。也可以用-bar(負巴)來表示，-1bar 等於 1020 公分水頭。另或是用水頭的對數值(pF)來表示， pF 2 表示 100 公分水頭，pF3 則是 1000 公分水頭。下表是土壤水分狀態的幾個參考數值，pF 值愈高土壤愈乾。

土壤水分狀態	水分基勢 (bars)	水頭(cm)	pF
土壤水飽和(或近於水飽和)	-0.001	1.02	0
自由排水後水分(田間容水量)	-0.05	51	1.7
接近正常生育水分含量上限	-1	1020	3.0
接近永久凋萎水分下限	-15	15300	4.2

土壤的蓄水能力，是根域範圍內能夠保留的水分量。足量的降雨或灌溉後，經過充分時間排水(砂土、壤土類 24 小時，粘壤土、粘土類 48 小時)土壤的水分大約是-0.05bar 到-0.1bar 範圍。空氣中自然乾燥的土壤大約是-22bar。兩者之間水分含量的差就是土壤能夠貯藏的水量。然而作物最易

有效利用的水，張力範圍只在-1bar以內。因此，保持水分在-0.1bar至-1bar的張力範圍內水分緩溶液吸收利用。果樹類的開始灌溉基準點大多訂定-0.5bar或-0.6bar。另外為促使花芽分化或其他異化的生長，水分逆境（乾旱）是控制的手段之一。

淺層土壤、砂土或根域中存在大量石礫的土壤，透水性大而保水性小，可以利用客土、添加有機資材等方式改良土壤的保水性，然而改善保水能力和改善排水一樣，花費大需要專業的評估。應該就近尋求研究改良機構中的專家做規劃再來執行。

要避免過量灌溉，此舉除了浪費水源之外也有可能導致土壤內部的通氣不良以及肥料的淋洗流失。是否要進行灌溉以及灌溉量是否適當，可以利用土壤水分張力計來監測。土壤水分張力計的測定範圍在0至-0.85bar。土壤張力計埋設需注意放置的位置和深度。一般是在根域的範圍內埋設兩支張力計，一支在根域的近上端(30cm)，一支在近下端的位置(60cm)，選擇上端張力計的讀數，作為灌溉指標；下方的張力計則用來監測水分狀況，以免浪費灌溉水源及避免肥料的流失。

注重灌溉效率的同時還必需避免鹽分的累積。灌溉如果全數在根域範圍內，而無淋洗，將會有鹽分的累積，導致鹽害。在本省因為雨季有充足的雨水淋洗，農地鹽分累積的現象甚少發生；除了沿海，因為地下水位高，鹽分吊起而有鹽分地。但是有些設施栽培，由於施肥量高且無雨水淋洗，因而發生鹽害。適當的監測土壤鹽分濃度，有其必要。有鹽害的土壤，土壤水分張力宜控制在-0.3bar以下。

利用高頻度的灌溉(一日一次或數日一次)，補充損失的水分，稱為少量頻繁灌溉，可以精準控制維持土壤水分張力在適當的範圍內，以保有良好的通氣、水分以及疏鬆的土壤物理性狀。由於能夠無微不至地應付作物生理上對水分的需求，因此可以期望有更高的效果。而且由於小期距的進行灌溉，保水力小的土壤也可以免除水分供應不足的困擾。然而就少量頻繁灌溉系統而言，水必須均勻給予，因此要利用管路以及噴灑設施(微噴

頭)。設備與維持的費用較高。此種灌溉方法因為可以有效地配合肥料的施用，增強肥效並減低肥料的流失；而且由於灌溉效率高，深層滲漏的水分降低，有節水的效果。

土壤的深厚和疏鬆

果樹的根系，在正常的管理生長之下，根的乾重常常超過地上部分總和的重量，有大量的根系才容易支撐樹體，才能夠有足量水分和營養分的吸收。所以說土壤深厚是好的土壤物理條件。但是土壤如果太密實根系就不容易發展，因為水分稍稍多一些的時候，通氣孔隙的量就不夠了；氣體通路就被阻斷。根沒有辦法換氣、呼吸。稍微乾的時候又太硬根尖沒有辦法擠入，很難控制到剛好的濕度、通氣和水分。所以說土壤疏鬆是好的物理條件。

土層太淺怎麼辦？自然狀況之下，土壤由岩塊風化生成；由石頭變砂變土粒，幾千年才能有一寸厚的土壤生成，十分不容易，是很寶貴的恩賜。客土是增加土層深度的一種方法，客土的性質和堆置的方式，也不能很隨性。要依據現地狀況做適當操作，最好能請農試所或農改場的專家幫忙設計。有效土壤深度不夠，栽培果樹時樹體不容易高大就要採取密植的方式。根系太淺一定要避免土壤溫度和濕度有太大的變化。草生栽培可以調節土壤溫度和濕度是必要的選擇。土壤的沖蝕絕對要能夠控制；第一是要維持土壤的深度，第二是避免損失掉可能是整個土壤中最肥沃最有利細根生長的精華部分。再者表土流失，根部暴露，施肥或是高溫都會傷到根系使根受傷、造成根壓下降，枝葉就得不到水分和營養的補充。

土壤太密實太硬怎麼辦？根部的吸收主要在幼嫩的部分，尤其是根毛區。根毛區僅在根尖部位。根生長褐化之後吸收能力就下降。土壤太密實太硬自然不利幼嫩根比率。密實情況的發生可能是自然條件，也可能是人為壓實造成的。種樹之前，先進行田間調查，觀看土壤剖面，察覺是否有硬磐。硬磐的深度位置和密實的程度如何，是否阻礙了水路成為不透水

層，它距離地下水位又有多遠？底土是否過酸或是像泥岩土一樣過鹼而且像土粉一樣糟糕的土層？養分的情況如何？磷、鈣、鎂的含量是否豐富、平衡。深耕時的配套措施是些什麼？又如何將有機質和養分帶入底土？是要全面深耕、局部深耕還是只做植穴處理？這些都是要針對作物、氣象條件、土壤、水源、灌溉施肥的方法等等不同條件狀況，來決定深耕的操作如何進行。總是希望深耕的一次花費能充分改善土壤性質，同時在以後的管理下，土壤會走向正面的、逐年改進的方向變化，塑造出良好的物理性質。另一方面，深耕可能解決了密實問題，但同時造成水分滯留的問題，或其他問題的產生也是可能的。深耕不得法就達不到預期效果。

土壤構造的生成，在充分的生物活動和乾濕交替的自然條件下，容易有正向的變動，逐漸構成良好的團粒構構造體，可能浸一次水就崩離破碎了。表土植生覆蓋或是利用稻草、粗有機質堆肥等敷蓋，這種管理方式十分重要。此法可以創造表土大孔隙，下雨、噴水灌溉時產生的水滴，不會直接撞擊土面，來形成結皮封。土壤表面和大氣時時保持暢通，如此狀況下，水肥容易進入；土壤也能呼吸換氣，根域因此有良好的水氣條件，才能有健康的根系。

土壤保水肥的能力是否很重要？當然是！這樣才能把水肥資源保留在土壤中，像冰箱一樣，果樹才不會餓肚子。但是如果你家的隔壁就是 7-11、統一超商、全家、福客多、家樂福，那你還要買一個 800 公升的超大型冰箱嗎？重要的事情是這樣子的，如果你要大樹就要有廣大的根域，足夠的幼嫩根和大量的根毛，將它們全部放在一個有足夠容量的土體裡面。土壤的溫度不要太高、太低或是變化太大。要有足夠的水，要能夠換氣呼吸。要有多餘的水排出，以便帶走一些不需要的鹽分或是根分泌物。當然要施肥灌溉，但是千萬拜託，水資源要節用，肥料要少施，平衡夠用就好。多施的肥一定會被排走，排出太多廢料就會污染環境的水源。

結　語

行政院的國土計畫法在今年六月再度送入立法院，草案中規劃為非開發利用的國土保育區占有 63%。保育區中有卅萬公頃的合法農牧用地，其面積佔九十萬公頃農地的三分之一。自台灣光復以後，我們土壤前輩就進行台灣的*分縣耕地土壤調查*，民國 43 年到 48 年之間又有*農林邊際土壤調查*，那時候人口不過 800 萬人，糧食就明顯有不足夠的威脅。43 年起的邊際土壤調查，就是以土地利用為主的調查。民以食為天。中國內陸平均 300 年一次的爭戰，主因之一就是人口太多，糧食不足。歐美大國，甚至小日本，它們應付資源不足壓力的方法，就是放眼他國，以發展殖民地的手段，巧取豪奪。台灣目前人口 2,200 多萬人，我們糧食、乳品、肉品、水果蔬菜，禽畜飼料大多仰賴進口。若是三分之一的農地可以由政府保育，那麼剩下三分之二農地的保育就是操在農友的手上。

保持良好的土壤物理性質從糧食生產上來說就十分重要了。保水保肥能力，良好穩定的土壤構造，雨水滲入壤保護良好沖蝕性低，滲濾能力強，各種列舉的土壤物理性質都要維護在合理的範圍內。"風調雨順，五穀豐登"，"有收無收在於水，收多收少在於肥"；由這兩句話可見農地中與水分、氧氣供給有關的土壤物理性質多麼重要。

將來糧食價格起飛，我們至少還有能力養一千多萬人吧！另外一半的人口，就得想法子移民囉。政府和民間團體最好先想清楚，糧價高漲時代來臨的時候，我們的子弟是否都是富有的，有權力的，能夠優先分配到糧食。另一方面，我們這一代經營農地的人，至少要能做到維護我們的耕地不讓他退化，保護水資源，維持一定的水量和水質，同時灌溉排水設施也不能棄置不顧。

天助自助者。願上天保佑大家。

附錄；果園土壤環境的自我診斷

各位農友們，大家都希望自己果園的土壤是好的、健康的，能夠生產優質和安全的果品，而有好的收益。同時我們也希望在地的水土資源能夠永遠的發揮它的功能，持續提供生產給子子孫孫。我們一定要不斷地、深入地關心我們的土地，保持它的品質同時也要改進它的缺點。

現在我們就土壤、樹體和水域列舉了一些問題，每一個問題寫了三個答案，農友們請仔細考量自己園子裡的狀況，從三個答案裡面挑選一個最符合自己園子狀況的圈選起來。若是你選的是第一個答案，表示在這個項目問題上，自己的園子是不健康的；選第二個答案表示土壤是受到損害而較不健康的；選第三個答案則恭喜你，代表土壤是健康的土壤!

很可能有許多的項目問題，我們所選的答案都是不健康的，表示自己的園子的土壤需要加以改善，我們一定要請教專家，學習好的管理方法來改善我們果園的土壤環境。

現在就請你仔細閱讀問題，圈選最符合你家園子狀況的答案。

一、 土壤

(1). 蚯蚓

1.沒有任何蚯蚓或其他土壤動物的活動跡象。

2.有少數蚯蚓洞穴或糞便。

3.有大量的蚯蚓洞穴和糞便。

(2).土壤侵蝕

1.沖蝕嚴重，大量表土流失，深溝狀的水路在地表生成。

2.中等沖蝕，薄層土壤流失，或許可以看見小紋溝的沖蝕現象。

3.少量或觀察不出沖蝕或風蝕，表土特性及厚度長時間以來都不受影響。

(3).硬度(開挖困難度)

1.極硬，用人力無法工作。

2.硬，用鶴嘴鋤勉強可工作。

3.用雙手之力量，就可揮動圓鍬順利進行開挖土壤的工作。

(4).土壤構造

1.大且厚的土塊或像水泥牆一樣的一整大塊，是土壤主要的構造體；或是像灰塵一樣細散的沒有任何團粒構造。

2.土壤構造的大小大約是 5 到 10 公分。

3.土壤團粒構造發達，大小不超過 2 或 3 公分，甚至團粒內部有多多少少的孔隙。

(5).土壤顏色(濕土)

1.土壤顏色是淡黃褐色、亮黃色、淡灰色等淺亮顏色。

2.土壤顏色是黃棕色、紅棕色、灰褐色等。

3.土壤顏色是黑色、黑灰色、棕黑色等較深的顏色。

(6).密實土性

1.在淺層土中(60 公分以內)存在連續性的厚的(大於 10 公分)硬磐。

2.土壤曾被壓實，有較薄的硬磐或牛踏層(以前水田耕種形成的)。

3.全層土壤鬆散，無壓實、無硬磐。

(7).水滲入性

1.水分很難被土壤吸收，雨水都停留在土表或成為逕流損失。

2.土壤吸水水分緩慢，大雨後會積水而且大部分雨水成為逕流損失。

3.水分迅速進入土體中，大雨後也不見積水不消的現象。

(8).排水

1.極差，下雨或灌水時果樹經常受浸水與過飽和水分的影響。

2.中等或差，連續雨天時，土壤排水速度或有不足。

3.水分排除迅速，果樹不受過多水分之阻害。

(9).水分保持力

1.土壤乾燥速度快，容易旱害。

2.僅在旱季有旱害傾向。

3.土壤保濕力強，水分管理容易。

(10).表土結皮

1.土表堅硬、密實，乾燥時龜裂，結厚皮影響水肥滲入及細根生長。

2.土表平滑，土面缺少大孔洞，較薄的細緻結皮發生。

3.土表沒有結皮，富有孔洞，疏鬆而且容易用手翻動。

(11).土壤質地

1. 土質特別砂性、黏性或土壤中含有大量石礫。

2.土性偏砂或偏黏、但管理上沒發生什麼問題。

3.壤質土(半土砂土壤)

(12).土壤通氣

1.土壤緊實、孔隙極少到幾乎沒有。

2.土壤僅有少量孔隙(小於百分之五的體積比率)。

3.肉眼可見大孔隙呈連續網路分布，多孔洞，是可交換氣體的土壤。

(13).表土深度

1.心土接近土表，幾乎沒有表土。

2.表土淺。

3.表土深(大於 30 公分)。

(14).有效土壤深度

1.根伸展範圍極淺(30 公分以內)。

2.根伸展範圍可達 60 公分。

3.根可以伸展至 100 公分的深度。

(15).表土覆蓋

1.表土裸露、清耕管理、僅有少量粗大的有機殘體散落土表。

2.表土撒布少許細碎的有機物殘體做為敷蓋。

3.草生栽培或栽培其他作物來覆蓋土面，或撒布有機物殘體敷蓋全部裸露的地面。

(16).個人的觸感

1.土壤有類似污泥的觸感，或是有滑膩、黏重的觸感。

2. 土壤有粉土狀或粗石礫的觸感，拿一小塊土用手指去壓不易碎裂。

3.土壤蓬鬆，用手指去拿它也易碎裂。

(17).個人的嗅感

1.土壤有酸味、腐臭味或化學藥品的味道。

2.土壤沒有奇怪的味道，僅有砂石土場的土味。

3.土壤有香甜、清新的土味。

(18).生物活性

1.土壤生物活性低，不容易發現微生物存在的跡象，有機殘體或堆肥在土中幾乎不分解。

2.中度生物活性，可以發現一些菌絲或其他微生物活動的跡象，有機物在土中分解緩慢。

3.土中到處可見菌絲或其他微生物活動的跡象，有機殘體或有機肥料在土壤中迅速分解。

(19).土壤肥力

1.貧瘠，生產潛力低。

2.肥力不平衡，需調整。

3.沃土、肥力平衡，生產潛力高。

(20).土壤分析

1.從未做過土壤分析，土壤可能有過酸過鹼、微量元素缺乏或是養分不平衡的危機存在。

2.多年才進行一次土壤分析，不能有效掌握土壤肥力狀況。

3.每兩至三年進行一次土壤與植體分析，同時也虛心接受改良場專家的施肥指導。

二、植體

(1).外觀

1.枝稍生長稀疏、葉色不均勻、葉尖枯黃、外觀極不正常。

2.枝葉過密、日照通風不良，枝條粗大異常、節間過長，葉片大而薄。

3.枝葉配置妥當。枝條大小適中且橫斷面質地細緻、節間較短，葉肉厚實，葉片及葉柄的顏色是恰當的綠，不致太過濃綠或顏色太淡，枝條及葉片具有良好光澤。

(2).生長速率

1.生長緩慢、枝稍不易成熟。

2. 生長勢過強，枝稍徒長、成熟緩慢、常有不良現象發生，如流花、果穗小、著色不良等。

3.生長勢恰當，一但進入果實著色期新梢即停止生長，植株栽培管理容易。

(3).根系

1.根群不健康、褐化壞疽及壞死現象發生、生長緩慢、缺少幼根及新根。

2.根域淺且大部分根呈水平生長、根部露出土面、新幼根少且伸長受限。

3.根域深廣、新根比率高、根毛多，且根的活動與芽體的活動配合良好。

(4).養分缺乏

1.枝稍及葉片顯露出多種養分缺乏的症狀。

2.季節變動時期容易發生流花、裂果、脫粒、著色不良等生理障害。

3.全生長期均維持良好的生長勢與生理狀態、無養分缺乏症狀。

(5).植物荷爾蒙

1.植株極易徒長，連年需要噴施生長抑制劑，花穗也經常需要利用激素來拉長。

2.植株枝梢偶有徒長現象，某些年份需要噴施生長抑制劑。

3.果園施肥適當、灌排水和修剪良好，幾乎不需使用生長調節劑。

三、水域

(1).地下水化學物質

1.氨氮等化學物質在地下水中被檢出且在額定標準以上。

2.氨氮等化學物質在地下水中被檢出但在額定標準以下。

3.無肥料、農藥成份被檢測出來。

(2).地表水 (排水溝或溪流、池塘等)

1.水體非常骯髒、混濁或黏稠。

2.水體呈棕色帶有雜質和土粉粒。

3.水體清潔、清澈。

土壤肥力及植體營養診斷技術

莊浚釗
行政院農業委員會桃園區農業改良場

前　言

本場土壤肥料研究室辦理作物營養診斷與施肥推薦服務，其目的是解決栽培過程中發生的營養問題，藉由化學分析讓農民更瞭解自己土壤的特性，採取必要的措施來改善土壤環境，達到生產高品質蔬果、提高農民收益之功效。目前本場營養診斷服務項目包括土壤、灌溉水、植體、介質和堆肥等，分析項目也隨時代趨勢增加多項重金屬檢測，且可經上網路查詢分析結果，改善過去以郵寄方式造成資料遺失等問題。

採樣時期及方法

一、一般作物（水稻、蔬菜、雜糧、花卉）土壤採樣

(一)採樣工具：移植鏝，塑膠盆或桶，塑膠袋。

(二)採樣時間：前作物採收後或後作物種植施肥前一個月（每 2-3 年進行一次即可）。

(三)採樣深度：採取表土層 0-15 公分。

(四)採樣方法：

1.採樣位置：勿在田埂邊沿，堆廄肥或草堆放置所，或菇舍、農舍、畜舍附近等特殊位置採取。採樣點之選取如圖 1。

2.採取方法：採樣點選好後，除去土表作物殘株或雜草，用土鏟或移植鏝將表土掘成V形空穴，深約 15 公分，取出約 1.5 公分厚，上下齊寬的土片（如圖 2）。

3.混合樣本：由前述每點所採土樣，稱為小樣本，每單位面積至少十點以上，將此等小樣本，置於塑膠盆或桶中，充分混合均勻後稱為混合樣本取約 500 克，裝於塑膠袋中。

4.土壤標示：每一混合樣本，裝入塑膠袋後，袋上必須註明(奇異筆書寫)農戶姓名，住址電話號碼，後作物種類，採樣日期等。樣本盡速送改良場分析，無法當天送者請將土樣置於室內通風處陰乾，千萬不可在太陽底下曝曬。

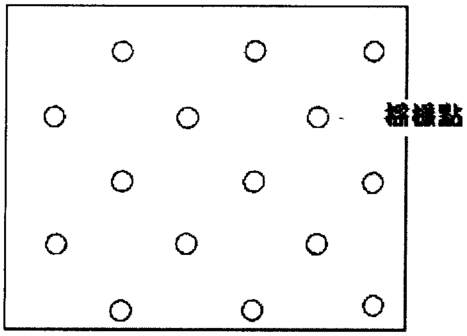


圖1. 採樣位置

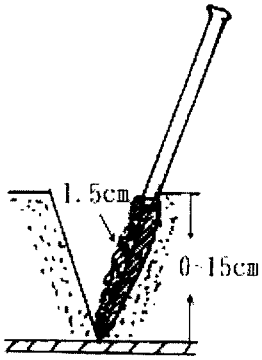


圖2. 採樣方法

二、植體採樣：

(一)蔬菜類：

1. 採樣時機：作物發生營養障礙異常徵狀。
2. 採樣部位：以全株採樣為原則，較容易判斷病因，無法採取全株則採異常部位。
3. 採樣數量：異常部位總鮮重 200 公克以上。
4. 對照組：同時採取正常植株為對照參考，以同齡植株（葉片）較具參考價值。
5. 送驗時間：因植體易萎凋，採樣後立即送驗，送驗途中儘量保持樣品新鮮度。

三、果園土壤採樣方法

1.採樣工具：土鏟或移植鏝，塑膠盆或桶，塑膠袋，紙盒及土壤資料表。

2.採樣時間：在前作收穫前後，或下作施肥整地種植前一個月農戶自行採樣。

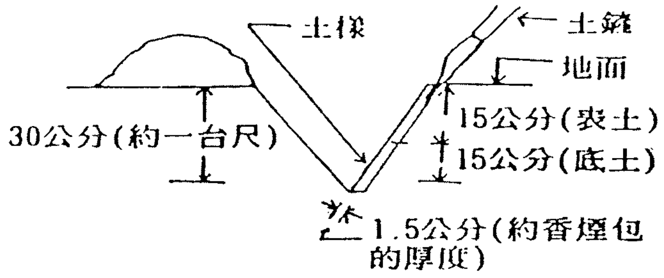
3.採樣深度：採取表土層0-15公分，底土層15-30公分(圖3)。

4.採樣方法：

(1)採樣位置：勿在果園邊沿，堆廄肥或草堆放置處所，或菇舍、農舍、畜舍附近等特殊位置採取，如屬平地果園，其大小約0.1公頃，可採取5-10點。

(2)採取方法：除去土表作物殘株或蒿桿，用土鏟或移植鏝將表土掘成V形空穴，深約30公分，取出約1.5公分厚，上下齊寬的土片。

(3)混合樣本：由前述每點所採土樣，稱為小樣本，將此等小樣本，置于塑膠盆或桶中，分混合均勻後稱為混合樣本，約取出600公克,先裝于塑膠袋中用橡皮筋紮緊。



四、果園葉片採樣方法

(一) 採取方法：依"U" 型採取法，採樣者順著"U"字型行走果園,選定左右兩邊代表性的果樹採取葉片(圖4)。

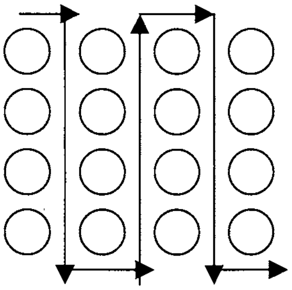


圖4.葉片採樣

(二)採樣時期：

（1）柑橘：八月下旬至九月上旬，採不結果枝及分枝之春梢枝條頂端，生長 5~7 個月的葉片。

（2）梨：平地三至四月，山地四至五月，採短果枝新成熟葉約 100 片。

（3）葡萄：三至四月（萌芽後 30~40 天）或八至九月（萌芽後 22~28 天），約 50 %開花，採選留果穗後，第二葉選結果枝條葉片數有 10~14 片者，每個果園 50 片。

（4）枇杷：七至九月花芽分化期及一至二月果實生育中期，採當年生結果枝成熟葉片。

（5）楊桃：七月間採當年生非結果枝成熟葉片。

（6）芒果：二月上旬至三月上旬盛花期，採最近成熟之頂梢中段葉片（此枝條不開花且尚未萌發新梢）。

（7）蓮霧：八至九月上旬及吊鐘期（幼果期），採枝條第二或第三片成熟葉（吊鐘期採結果枝）。

（8）番荔枝：五至六月中旬（二期果）及十二月上中旬（一期果），採非結果葉。

圖5.柑桔葉片採樣(第3葉)

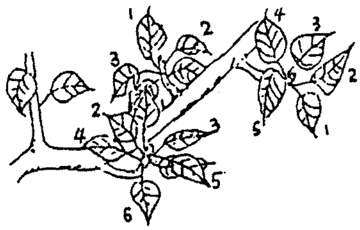


圖6.梨葉片採樣(第3葉)

(三)注意事項:

1.選定採樣的果樹，必須代表該果園。

2.同一果園，必須樹齡相近，品種相同。

3.果園邊緣的果樹不要採樣。

4.所採的葉片不能有損傷，或病蟲害，若有黃化或葉端燒灼應分別採樣。

5.葉片採集後要用溼布擦淨。

6.採完後須當天放入冰箱冷藏，隔天送農會烘乾。

表1. 各種果樹葉片要素適宜範圍暫定標準

元素 / 果樹	氮	磷	鉀	鈣	鎂	硼	銅	鐵	錳	鋅
	%					ppm				
柑桔類	椪柑及桶柑 3.0-3.2 或其他柳橙 2.9-3.1	0.12-0.18	1.40-1.70	2.5-4.5	0.26-0.50	25-150	5-16	60-120	25-200	25-100
葡萄	夏果2.1-2.6 冬果2.4-2.8	0.16-0.22	0.7-1.2 0.9-1.6	1.0-2.0 2.0-2.7	0.26-0.50	30-100	5-20	70-120	25-200	26-140
梨	2.0-2.6	0.12-0.14	1.2-2.0	2.3-3.0	0.25-0.50	21-150	10-20	35- 45	30-200	20- 90
枇杷	2.0-2.5	0.12-0.20	1.0-1.8	0.8-1.5	0.15-0.30					
楊桃	1.65-2.6	0.10-0.18	1.2-1.9	1.5-2.0	0.6-1.0					
芒果	1.4-1.7	0.10-0.15	0.9-1.2	1.0-1.8	0.20-0.35		5-20	60-120	30-200	20-100
蓮霧	1.26-1.50	0.10-0.12	1.15-1.45	1.6-2.0	0.16-0.20	30- 80		100-150	70-120	30- 50
番荔枝	一期2.4.-3.2 二期3.0-4.0	0.10-0.14 0.18-0.22	0.5-1.0 1.4-2.0	0.7-1.0 0.2-0.7	0.35-0.55 0.34-0.86		5-25	40-70	200-350	15-25

五、其他樣品：

（一） 灌溉水：

1. 使用乾淨之容器，如空的礦泉水保特瓶，果汁或汽水瓶需清洗

1. 乾淨。
2. 裝盛量約 500 ml。
3. 勿裝入異物與雜質。

（二） 有機堆（液）肥：

1. 採樣時機：自製堆（液）肥、購買堆（液）肥未標明製造原料及成品成分，具充足理由合理懷疑該堆（液）肥造成農作物損失。
2. 採樣方法：採取同一批肥料，不同包裝的樣品至少四件，混合均勻後再取樣約 600 公克（液肥 500 ml）。
3. 以未受污染的容器裝盛後送檢。

作物營養診斷分析程序

研究室收取樣本包括土壤、堆肥、葉片或灌溉水，約 2 週可將分析分析結果解釋及施肥推薦表寄送各農友，本報告僅提供農民參考不具法律效力及作任何證明文件之用，若有疑問可電話洽詢 03-4768216 轉 330-335。

目前本場每年平均作物營養診斷服務件數超過 2,000 件，資料庫不斷擴充、累積，為避免資料於寄送過程中遺失及符合時代的趨勢，農民可透過網路查詢送檢樣品分析結果及施肥推薦，首先進入本場網站首頁(http：//tydais.coa.gov.tw/)，再點選「土壤診斷服務」，或直接鍵入網址(http：//163.29.13.126/soil/)，進入查詢系統。再選點左上角「送檢樣本查詢」按鈕即可進入查詢功能，查詢的方式有三種，包括輸入農戶姓名、農戶編號或樣本編號，即可列出過去分析的所有樣品資料及樣品種類，樣品依送件日期依序排列，並註明檢驗完成或檢驗中，完成的樣品可點選姓名欄位查詢分析報告，進一步點選最下方「列印」字樣，即可取得列印資料。

陳吉富	水	2002-05-23	檢驗完成
陳吉富	土壤	2002-05-23	檢驗完成
陳吉富	液肥	2002-01-23	檢驗完成
陳吉富	堆肥	2001-12-25	檢驗完成
陳吉富	堆肥	2001-12-25	檢驗完成
陳吉富	土壤	2001-12-25	檢驗完成
陳吉富	土壤	2001-12-25	檢驗完成
陳吉富	土壤	2001-12-25	檢驗完成
陳吉富	土壤	2001-12-25	檢驗完成
陳吉富	液肥	2001-10-24	檢驗完成

行政院農委會桃園區農業改良場土壤肥力檢測室

農戶姓名: 陳吉富	農戶編號: 19	樣品編號: 2991
樣品種類: 土壤	樣品代號:	作物:
檢驗員: 吳秋芬	經辦人: 王斐能	負責人: 羅秋雄
送件日期: 2002-05-23	寄件日期: 2002-05-31	服務電話：03-4768216轉335

檢測項目	酸鹼度 (1:1)	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質 (%)	磷酐 (公斤/公頃)	氧化鉀 (公斤/公頃)	氧化鈣 (公斤/公頃)
檢測值	7.0	0.36	5.4	720	451	12745
參考值	5.5 - 6.8	< 0.6	> 3.0	60 - 290	90 - 300	2000 - 4000
檢測項目	氧化鎂 (公斤/公頃)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	鎘 (ppm)	鎳 (ppm)	鉻 (ppm)
檢測值	667	2.4	20	0.27	0.26	0.84
參考值	200 - 400	< 20	< 25	< 0.4	< 10	< 10
檢測項目	鉛 (ppm)					
檢測值	5.77					
參考值	< 15					

建議： 弱鹼性，不宜施用石灰資材及鹼性肥料。磷肥過高，減量1/2以上。鉀肥偏高，酌量減少。鈣肥偏高，減少投入。鎂肥偏高，減少投入。注意鋅接近高標準。

備註1. nd表示分析值極低。
備註2. 本資料僅供施肥參考，不作任何證明文件。

本省土壤常發生的問題

一、 土壤化學性

1. 土壤酸鹼度：大多的作物其適宜的酸鹼度為 6.0，如果土壤太酸(pH<5.5)或太鹼(pH>7.5)，均對作物生長造成不良的影響，包括(1)磷被鐵、鋁產生難溶磷酸鐵及磷酸鋁結合，降低其有效性(2)作物根系生長受阻，降低水分及養分的吸收(3)溶出過量鐵、鋁、錳造成毒害(4)有機質礦化作用受阻，減少養分的釋出(5)鉬溶解低，造成參與的氮素同化作用受阻，其主要原因，包括施用過量的化學酸性肥料、酸雨、雨水大量淋洗或植物吸收大量陽離子。改善對策：一般以農用石灰(苦土石灰、白雲石粉、爐渣、蚵殼粉等)，視土壤酸化程度及石灰粒徑分布(細度)、中和力(表1)，於作物收穫後與下作栽種前施用 1-2 噸/公頃，並將其犁入土中充分混合，不可一次施用過量，以免造成微量元素缺乏。

表 1.農用石灰中和力

資 材	主要化學成分	鹼度	酸性中和力
石灰石粉	$CaCO_3$	56	100
消石灰	$Ca(OH)_2$	76	136
生石灰	CaO	100	179
苦土石灰	$CaMg(CO_3)_2$	53-59	109
矽酸爐渣	$CaSiO_3$	34-45	60-80
石灰爐渣	$CaSiO_3$	36-48	65-85
蚵殼粉	$CaCO_3$	51	92
蟹殼粉	$CaCO_3$	21-26	38-45

使用石灰資材注意事項：

(一)施用量：

寧可少量多次施用，逐步改良土壤，勿一次施用過量石灰。

石灰用量參考：pH 5.5 ~ pH 5.0： 40 ~ 80 公斤/每分地

pH 5.0 ~ pH 4.5： 80 ~ 120 公斤/每分地

pH 4.5 ~ pH 4.0：120 ~ 160 公斤/每分地

(二)施用方法：

避免與其他肥料同時施用，種植前撒施於土壤表層，再以中耕機翻土充分混合均勻，灑水使土壤保持濕潤，利於土壤 pH 值平衡，平衡時間約二週以上再進行施肥及種植等工作。

2. 土壤有機質缺乏：多雨高溫高濕的環境，使土壤有機質分解快速，造成作物產量降低，故施用有機質肥料或種植綠肥對土壤的功效如下所述，(1)改善土壤團粒構造，使土壤鬆軟，促進其通氣、排水及保水能力(2)釋出植物所需之養分(3)增加土壤緩衝能力(4)吸附及交換植物所需的養分(5)提供土壤有益微生物的活動(6)顏色深黑有助於吸熱。

3. 土壤養分不均衡：不均衡或過量施用化學肥料，造成土壤鹽類累積，或元素間發生拮抗作用，引起元素吸收障礙及植體內代謝等問題，使植物生長不良，例如氮肥施用過多，植物徒長，枝葉茂盛，易遭病蟲為害，不易開花結果，造成產量降低；磷肥過多，生長變慢，造成微量元素缺乏；鉀肥過量時，造成鈣、鎂肥的缺乏。解決的方法，(1)了解作物及耕地土壤的特性，予以合理的施肥(2)配合不同輪作系統，再以合理化施肥(3)拮抗所引起的元素缺乏，減少不當的施肥，並適時補充缺乏的元素，例如鉀過多，即減少鉀肥的施用，增加鎂肥的施用。

4. 鹽類累積：長期不當的施用過多的化學肥料，或引用污染的灌溉水，均會造成鹽害，尤其是設施栽培最為嚴重，一般土壤 EC 值適用範圍(表1)及各種作物對鹽類敏感度亦不同，當土壤鹽害發生其解決的方法(1)以水旱田輪作方式，洗除多餘的鹽類(2)種植耐鹽性強的作物(3)施用有機質肥料，增加鹽類溶解，並增加土壤透氣性及滲水性(4)客土來稀釋鹽類累積及重金屬的問題(5)將鹽類聚集的表土鏟除，再適量的補充肥料(6)降低地下水位及改善排水狀況可減少土面蒸散及鹽類聚積(7)種植蔓性覆蓋作物，減少地表水分蒸散，進而降低鹽分上昇(8)沿海地區築防坡堤及防風林，以阻絕鹽類進入。

表 2. 土壤電導度分級

電導度等級	水飽和土壤	土水比（1:2）	土水比（1:5）	說　明
Ⅰ	0~1	0~0.25	0~0.10	肥力偏低
Ⅱ	1~2	0.26~0.50	0.11~0.25	肥力略低
Ⅲ	2~4	0.51~1.25	0.26~0.60	適合作物生長
Ⅳ	4~8	1.26~1.75	0.61~0.80	肥力略高
Ⅴ	8~16	1.76~2.00	0.81~1.00	肥力偏高
Ⅵ	>16	>2.00	>1.00	作物易受害

5. 重金屬污染：重金屬在土壤中不易移動及分解，一旦遭到污染則不易復原，影響微生物活動及養分吸收，如植物吸收過多，藉由食物鏈對人體有害，其來源為肥料、農藥及有機廢棄物(1)施用石灰資材，使土壤 pH 為中性，以降低重金屬有效性(2)施用有機質以增加土壤的吸附(3)利用客土或翻土以降低重金屬含量(4)污染地種植非食用性的植物。

二、土壤物理性

1. 表土流失：主要發生在山坡的果園，因未以草生或覆蓋栽培，不僅造成優良表土流失，致使肥料的浪費，更會使水庫及河川污染或泥沙積，所以果園應以草生栽培為最佳，將草砍割後覆蓋或犁入土壤，不僅可增加土壤有機質含量，又可使土壤變鬆，提高其保肥效果。
2. 排水不良及土壤壓實：土壤主要由砂粒、坋粒及黏粒構成，理想狀況由50%固體(45%礦物質及 5%有機質)，50%孔隙(25%氣體及 25%液體)所構成，當土壤受到壓實，易造成下列情形(1)根系伸展及水分、空氣流通受阻(2)水分滲透速率降低。改善方式(1)深耕方式以打破壓實層，並增加土壤滲水性，但低窪地區不宜使用此法(2)可藉由明溝或暗管排水(3)施用有機質，降低土壤壓實現象(4)可採取高畦栽培(5)施用石灰資材，增加土壤絮聚以減輕耕耘所造成的壓實(6)藉由蚯蚓的鑽動，使土壤疏鬆增加土壤通透性(7)避免重型農機過度壓實。
3. 土壤構造不良：因長期使用重型農業機械，造成土壤過度壓實，使團粒

構造不良，故可增施有機質肥料及石灰質材料，配合深耕，處理以改善土壤構造不良。土壤太砂則保水性及保肥力差，太粘則土壤孔隙度低，濕時如泥漿，乾時如石頭，可施用有機質改善之。

三、土壤生物性

1. 固氮微生物：植物不能直接利用氮氣，氮素佔空氣80%，固氮菌與作物的關係共有(1)豆科與赤揚形成共生固氮菌(根瘤菌、共生藍綠藻)(2)非共生游離固氮菌(螺旋藻)(3)協同共生(禾本科)。
2. 菌根真菌：包括內生、外生及內外生三種，可增加根系對養分的吸收，一般以內生菌根菌最多(叢枝體內最受重視)。
3. 溶磷菌：施用於土壤中的化學磷肥，易與土壤中的陽離子結合為難溶的磷化合物(鹼性土壤：磷酸鈣，酸性土壤：磷酸鐵、鋁)且磷肥移動性慢，易在土壤中累積，故施用溶磷微生物，可溶解土壤中不易溶解的磷化合物，不同菌種間的差異極大，溶解鈣磷未必可溶解鐵磷。

附表1. 各種肥料之要素含量及價格

化學肥料	氮 磷酐 氧化鉀 -----%-------	價格 (元/包)	有基基肥及 石灰資材	氮 磷酐 氧化鉀 氧化鈣 氧化鎂 --------------%------------	價格 (元/包)
硫酸銨	21- 0- 0	184	東鹼地球牌改良肥	0- 0- 0- 56	72/40公斤
尿素	46- 0- 0	144	鈣鎂肥	0- 0- 0- 30- 5	
硝酸錏鈣	20- 0- 0	221	碳酸鈣	0- 0- 0- 42- 7.5	
硝酸銨	33- 0- 0	203	苦土石灰	0- 0- 0- 40- 8	
過磷酸鈣	0- 18- 0	粉136、粒148	消石灰	0- 0- 0- 40- 0	
磷丹	3- 18- 0		矽酸爐渣	0- 0- 0- 35- 6	72/40公斤
磷酸一銨	10- 50- 0	450	石灰爐渣	0- 0- 0- 45- 6	
硫酸鉀	0- 0- 50		蚵殼粉	0.1-0.6- 0.4- 26.5- 14	110/50公斤
氯化鉀	0- 0- 60	192	鎂利肥	0- 3- 0- 0- 4.5	180/25公斤
硝酸鉀	0- 0- 33		蒸製骨粉	4- 20- 0- 18- 0.5	
硝酸鉀			草木灰	0- 2- 7- 0- 0	
台肥1號	20- 5- 10	264	菸草灰	0- 3- 23- 22- 6	
台肥2號	11- 9- 18	256	木灰	0- 2- 5- 33- 3.5	
台肥4號	11- 5.5- 22	248	氧化鎂	0- 0- 0- 0- 40	
台肥5號	16- 8- 12	260	硫酸鎂	0- 0- 0- 0- 11	
台肥7號	9- 18- 27	1790(1ton)	胡麻粕	6- 3- 1.5	200/40公斤
台肥36號	7- 21- 21	1874(1ton)	花生粕	5.2-1.3- 1.1	
台肥39號	12- 18- 12	331	棉子粕	5.5-2.5- 1.6	
台肥42號	22- 5- 5	5900(1ton)	菜子粕	4.9-2.3- 1.1	180/40公斤
台肥43號	15- 15- 15-4(氧化鎂)	399	蓖麻粕	5.4-2.2- 1.5	
台肥44號	10- 16- 16	1874	大豆粕	7- 1.5- 2.3	120/40公斤
台肥寶效1號	18- 0- 18	5800	大豆粉	7- 1.5- 2.5	
台肥寶效2號	21- 0- 14	5800	雞糞	3- 3- 1.5	
台肥液肥1號	12- 6- 6	300(25kg)	豬糞	0.7-0.4- 0.4	
台肥液肥4號	6- 12- 6	310	牛糞	0.6-0.2- 0.45	
台肥液肥5號	4.5- 9- 8	250(25kg)	米糠	2- 4.4- 1.5	180/40公斤
台肥即溶1號	26- 13- 13	280(10kg)	稻草	0.6-0.1- 0.9	
台肥即溶4號	14- 28- 14		一般堆肥	0.6-0.3- 0.6	90/30公斤
台肥即溶5號	10- 20- 20		和素有機肥	3.2-2.5- 2.7	140/25公斤
台肥特1號	11- 11- 11	220(20kg)	慈培樹皮	0.7-0.6- 0.8- 2.3- 0.5	150/30公斤
獅馬鈣大肥	26- 0- 0	750(30kg)	羽毛牌	2.4-1.5- 1.5	180/40公斤
獅馬美果肥	13- 13- 21	700(30kg)	台茂有機肥	1.1-4- 2.4	
獅馬生長肥	20- 10- 10	600(30kg)	白肥	14.5-0- 0	450/25公斤
獅馬藍肥	12- 12- 17-2(氧化鎂)	500(30kg)	向陽熔磷	3- 18- 0	450/20公斤
獅馬紫肥	15- 5- 20-2(氧化鎂)		世發有機肥	1.6-1.2- 1.2	
興農勇壯550	15- 15- 10	900(20kg)	保佳有機肥	7-5- 5- 0	
興農勇壯470	14- 17- 12		木漿有機肥	1-1- 1- 0- 2	
興農勇壯226	12- 12- 16		中興有機肥	2-2-1.4- 6.4- 0.6	120/25公斤
興農勇壯錦2號	10- 7- 8		長壽有機肥	1-1- 1- 0	110/20公斤
興農勇壯特8號	8- 8- 8		松茂有基肥	1-4-2.4- 0	160/30公斤
興農勇壯0603	0- 16- 0	500(10kg)	再生有機肥	3.2-2.5- 2.6	130/25公斤
銀星2號	16- 11- 14	450(20kg)	台肥有機1號	3.2-2.5- 2.7	
花寶	20- 20- 20	375(1kg)	台肥特1號有機複肥	11- 11- 11	
氰氮化鈣	20- 0- 0	600(20kg)	台肥有機2號	4- 4- 4- 1	

果樹合理化施肥

卓家榮、林晉卿、林經偉、謝元德

行政院農業委員會台南區農業改良場

前　言

果樹為一種多年生作物，與一年多之短期作物迥異，從栽植到開花結果，需相當長的年月，一旦結果之後，維持豐產之經濟年齡愈長愈為有利，故於栽培之前應先瞭解果樹之生理習性，徹底採取適地適作，給予良好自然（日照、土壤、水分）環境之立地條件，爾後按其習性予以整枝、灌溉、施肥及病蟲害防治，才能達到預期目標。

土壤為作物生產之基礎，除提供果樹機械支持外，還供給作物生長所必須之空氣、水與養分要素。通氣佳之土壤，若遇到水分與養分不足，則需依靠灌溉與施肥來補充。良好的土壤性質，灌溉設施與水源，以及適當的施肥，都是生產量豐質優水果之必須條件。

台灣地區之果園，大部分布於坡地，不當的土壤管理，常造成表土流失，而土壤原本之酸性較強，有機質及鈣鎂含量較低，加上多年來果農僅憑經驗施肥，忽略石灰資材及有機物之施用，氮磷鉀三要素之施用比例不當或過量使用，以致果園土壤肥力狀況不佳，樹體某些營養要素過多或缺乏之失衡情形頗為常見，不僅僅浪費肥料資源，也引起病蟲與雜草發生，嚴重的影響果實產量與品質，更可能造成了目前最受人注意之環境污染問題。而今，我國已進入世界貿易組織，市場面臨進口水果競爭壓力，欲提昇競爭力，如何生產質佳水果並降低其生產成本，應積極從合理化之土壤與肥培管理著手，果樹栽培才能持續發展。

目前果園常見之土壤與肥培管理問題

台灣地區位處亞熱帶氣候圈內，氣溫高雨水豐，物理與化學作用劇烈，生物活動力強，土壤受天然條件之影響，植物養分及有機質含量偏低，施用肥料，為增產之最佳途徑。由於施肥效果大，肥料在政府平價供應下，占生產成本低，濫施肥料之情形逐漸湧現，常見果農施肥產生之弊病有下列數點：

一、氮素過多

一般果農偏施氮肥，葉片含氮量高於標準濃度，致使夏秋稍過於旺盛，而與果實競爭養分特別是鈣與鎂，引起果皮增厚，甜度降低，轉色困難延遲，不耐貯藏，故應減少氮肥施用量 1/4-1/2，或甚至停止施用一年。

二、鉀素不足或過多

果農對於鉀素之生理功能認識不清楚，施用量不足使果實變小，甜度與酸度都降低，而過量施用，引起果皮增厚，酸度增加，更因桔抗作用，導致原本少之鈣鎂發生缺乏，建議依照土壤與葉片診斷結果調整施肥。

三、鈣含量偏低及鎂缺乏

本省果樹大部栽植於強酸性土壤，天然之鈣與鎂含量原本偏低，加上農民偏好施用氮肥或鉀肥，果樹普遍發生鈣與鎂之偏低或缺乏現象。鈣為細胞壁與細胞質間的組成分，高氮低鈣，果實經貯藏後易於鬆爛。而鎂為葉綠素成分，缺乏時枝條變小，而果實糖度低。為發揮施肥效果，宜適量施用石灰、白雲石或爐渣資材，改善土壤酸性及補充鈣鎂。

四、微量要素缺乏

常見缺乏之微量要素為鋅、錳、硼等，發生原因為該果園土壤質

地較砂，淋洗劇烈或 pH 較高，微量要素之有效性降低，或者是土壤過於乾燥影響吸收等等，都是屬於零星發生者，應詳細檢測，不宜過分渲染，如盲目施用相關之肥料，易造成過剩毒害現象。

施肥之基本原則及影響施肥效應之因素

果園施肥欲達合理化，必須針對果樹各生育階段之養分需要情形，適時適量施用肥料。果樹之生理習性，土壤肥力狀況，肥料性質以及氣候件都是影響施肥效應之因素，應先予瞭解，再按田間生育實際情形，過去記錄調整施肥。

一、果樹生理習性

果樹生育所需養分元素與一般作物無異，即氮磷鉀鈣鎂硫鐵錳鋅銅硼鉬氯等 13 種，但因各種果樹對於自然環境包括日照、溫度、水分及土壤之反應不一，實際上對於各種養分之需要量及時期都有差異，而各養分元素之有間些又有頡抗與協同作，如何適時適量供應吸收利用，需要高度之技巧。以氮磷鉀三要素之比例來看，營養生長期之氮需求較高，而果實肥大成熟期則以磷鉀較重要。台灣地區果樹之施肥推薦量如附表。

二、土壤特性

大部分農民關心果園中養分多寡，偏好施肥，但不瞭解土壤性質如酸鹼度（pH），質地（砂粘性）、硬盤、厚度、通氣性、排水性、有機質及有害物含量，都直接與間接的影響養分之有效性及其吸收，故應逐項予以檢視，配合土壤特性予以施肥或予以改良之。台灣地區果樹都栽種於坡地，土壤酸性強，可能遭受鋁毒害，鈣鎂缺乏，磷易被固定之現象，應予施用石灰資材改良之。而平地果園，則應注意地下水位高，土壤結構不佳、通氣與排水性差。否則勤於施肥，也都無法

發揮預期效果。

三、肥料種類及特性

肥料不論是化學或有機的，施用前都應瞭解要素之種類型態與含量，以及何時供給作物吸收利用。目前市售肥料有單質肥料、複合肥料、緩效性肥料，種類非常多，應先研究其各肥料之特性，以期施入土壤中可適時的供應果樹之吸收利用。有機質肥料因為施用後都必須經過礦化作用，有機物分解為簡單的養分型態，作物才能吸收利用。不同材料製成之有機質肥料，其釋出養分之速率也不一樣，故施用前除應瞭解其要素成分含量外，也應檢討其肥分何時可以釋出，以確實配合果樹生育需要。

四、氣候

氣候因素影響施肥效應，日光充足，光合作用旺盛，則氮肥效果顯著，反之陰雨籠罩，鉀素容易流失，發生缺鉀，施鉀肥效果佳。果實成熟期如遇天氣良好，土壤水分控制至低，則品質佳。

施肥合理化

施肥的目的在於補充土壤中植物營養要素之不足，但應確實做到能夠適量及適時提供養分要素給作物吸收利用，主要包括施肥量與施肥方法（位置與時期），都直接影響施肥效率。

一、施肥量

施肥量之決定，理論上由三個方向推算而來，第一作物從果園中吸收之肥料成分量，第二為包含土壤中自然存在可供給及他處獲得之成分之天然供給量，第三為所施肥料中，除沖蝕、滲漏及揮散損失外，實際能被吸收之比率。也就是說，此一要素之施用量依下列公式計算。

$$\text{施肥量} = \frac{\text{收穫物中之成分含有量} - \text{天然供給量}}{\text{肥料吸收率}}$$

由上，我們對於某一種果樹沒有栽培經驗時，可依此估算其施肥量，實際的作法是依照田間之試驗最為準確，表一所列之推薦量可供參考，農民可依自己果園立地條件(土壤速測)與果樹之營養狀態(葉片分析）予以增減調整之。

二、施肥法

包括施肥時期、位置及方式，果樹之施肥適期，一般可分為新枝葉尚未生長之基肥，果實肥大之追肥，以及收穫後之禮肥第三期。其確切之時期及肥料分施比例，因果樹之種類及品種，各栽培地之氣象與土壤條件而有差異。

以柑桔為例，每株果實產量 120 公斤時，三要素之推薦量為氮素 1000 公克，磷酐 500 公克，氧化鉀 750 公克，如果每株施用豆粕 10-20 公斤則化肥氮素須減施 350-700 公克，但若遇礫質地或粗質地，肥料易流失，施肥量須增加 30-40%，細質地保肥力佳之粘質可酌量減施 20-30%。土壤 pH5.0 以下應施用白雲石粉 1-2 噸以中和土壤酸性并提供應鈣鎂要素。至於施肥時期及分配率，於果實採收後至春芽萌發前禮肥為氮 40%，磷 40-100%，鉀 30%開花至著果（追肥）為氮 40%，磷 0-40%，鉀 30%，而果實肥大期（追肥）為氮 20%，磷 0-20%，鉀 40%。顯示，禮肥與基肥混合一起，一方面恢復樹勢及一方面促進花芽分化，而二次追肥的目的為增進著果及果實肥大，最後一次追肥約在 4-8 月間，若雨量豐沛，則氮肥宜減施或免施，以免夏秋梢過於旺盛，而影響果實之品質。

至於施肥方法是在樹冠下以環狀或放射狀或穴狀掘挖 10-30 公分

溝穴深施之，有機肥可與石灰資材，同時可於植苗或幼年園全園施用，化學肥料應避免與石灰混合同時施用，以免氮素脫失。

附表、常見果樹之三要素推薦量（公克/株/年）

	樹齡或產量	N	P_2O_5	K_2O	堆肥
柑桔	120 公斤/株	800-1200	350-500	600-850	
香蕉	50 公斤/株	110-165	55-80	220-330	10 公斤/株
鳳梨	主作	550-650	100-120	300-600	20 公噸/公頃
	宿根	250-300	0	100-150	
荔枝	9 年生	300-360	200-240	270-360	20 公斤/株
番石榴	3 年生	100-150	100-150	100-150	10 公斤/株
蓮霧	8 年生	1200-1600	1200-1800	1200-1800	20-30 公斤/株
芒果	10 年生	250-350	180-250	400-500	
木瓜	1 年生	70-90	130-150	90-120	10 公噸/公頃
楊桃	6 年生	400-450	250-300	600-650	10 公斤/株
梨	10 年生	700-800	400-500	500-700	20 公斤/株
棗	3 年生	300-400	150-200	400-500	30 公斤/株
李	6 年生	100-150	70-110	100-150	20 公斤/株
梅	5 年生	400-500	200-300	300-500	
桃	10 年生	400-500	220-260	300-350	12 公斤/株
柿	7 年生	180-220	40-60	180-220	10 公斤/株
番荔枝	6 年生	450-650	250-350	450-500	10 公斤/株
葡萄*	3 年生	120-160	100-150	120-160	20 公噸/公頃
枇杷	3 年生	500-600	250-350	400-500	10 公斤/株
百香果		250-300	100-150	600-800	

*公斤/公頃

結　語

改進產品的品質及降低生產成本，為提升競爭力之二大法寶，而果樹施肥合理化，為達成上述目標之最有效途徑，因為如能確實實施，不但可以使肥料利用效率提高，減少肥料及農藥支出，大大的降低生產成本，且可使水果之產量增加與品質改善。然而欲達合理化並非易事，但相信應用土壤速測與葉片營養診斷技術，瞭解土壤肥力及樹體營養狀況，並配合果

樹之生理習性，肥料特性以及氣候條件等決定施肥量及施肥方法，並在田間實際觀察果樹生長情形，調整施肥，則能均衡地適時的將作物生育所需之養分元素，供給果樹吸收利用，發揮施肥效率並提高水果品質，並降低生產成本。

果園合理化施肥技術

羅秋雄
行政院農業委員會桃園區農業改良場

前　言

植物所需的要素除由空氣和水供給的碳、氫及氧外，其餘氮、磷、鉀、鈣、鎂、矽、鐵、錳、鋅、銅、鉬、硼及氯等元素必需靠土壤供給。但植物的生長係受最少之要素所限制，如某種要素缺乏，即使其他要素有充分供分的供應量，植物也不能發揮其生長效果，此種現象稱為最少養分律。又當土壤缺乏某種要素而施用時，植物生長量隨施用量增加而增加，但施用量到達一定程度後，植物生長量(或收量)卻隨著施用量增加而漸減，此種現象稱為報酬漸減律。由於施肥量的多少與作物的收量、品質及施肥成本息息相關，因此作物生理上可獲得穩定產量及最高品質的施肥量即為最經濟的施肥量，亦即合理施肥量。

植物自土壤中吸收的要素中以氮、磷及鉀三種量較多，而土壤卻無法充分供給，需要以肥料補充，稱為肥料三要素。鈣及鎂要素一般稱為次量要素，因其需要量僅次於三要素。而鐵、錳、銅、鋅、鉬及硼等植物需求量甚微，一般土壤中含量已足夠供應，但這些要素的有效性容易受土壤中化學反應影響，造成地區性及局部性缺乏，此些要素稱為微量要素。以上所述各種要素作物需求量雖有不同，但缺乏或過量時對作物生育、產量及品質均會造成嚴重影響。

大部分果樹為長期性作物，其營養生長期甚長，為長期供應其所需養分之吸收，除施用含氮、磷、鉀要素的複合肥料外，有機質肥料也是果樹基肥的主要肥料種類，其次鈣及鎂的施用也逐漸被果農所重視。然而過去果農施肥一向僅憑經驗或聽信肥料商推荐，大量施用肥料，不僅提高施肥成本，也造成果樹營養不平衡，而影響產量及品質。事實上就目前的農業科技而言，

以化學分析法診斷果樹營養需求，已足可提供果農施肥管理的重要資訊，因此果農施肥除可依據有關改良場所推荐的施肥推荐量及方法外，藉土壤及葉片植體分析以了解果園土壤肥力及果樹營養狀況，再據以推荐施肥及土壤管理，為今後生產高品質果品的重要手段。

簡易診斷法

一、土壤酸鹼值(pH 值)：

土壤酸鹼值除了影響作物根系發育及對養分的吸收外，它也控制了養分在土壤中的轉換及養分有效性的高低，所以土壤 pH 值之研判為土壤肥力診斷的首要工作。雖然各種作物對土壤 pH 值的最適範圍及忍耐性都有或多或少的差異，但土壤 pH 值過高(＞pH 8.0)或過低(＜pH 4.5)作物容易發生問題。pH 值低的酸性土壤，常由於下列的因子而導致不利於作物生長的低肥力狀況：

1.鐵、鋁及錳溶出量太多造成毒害。

2.有機質的礦化作用受阻，而減少養分的釋出。

3.磷被固定成為無效磷，降低磷的有效性。

4.鹼性陽離子(如鈣、鎂、鉀)及部分微量元素因淋洗流失而導致缺乏現象。

5.鋁溶解度低，抑制氮的同化作用。而 pH 高的土壤及石灰質土壤，除磷易被固定或形成難溶性的磷酸鈣沈澱，有效性低外，微量元素的缺乏亦常造成作物的生長不良。一般而言 pH 值在 5.6-6.8 的土壤因微生物的活性、根系的生長及養分的有效性均較佳，所以被視為最適合作物生長的 pH 範圍。

二、土壤物理特性：

土壤物理性是否良好？對作物根系發育及養分之供應均有很大的影響，要判斷土壤的物理特性，可從土壤排水問題、地下水位高低、土壤密實度、團粒構造及質地等等，配合作物的需要差異而判定。如旱作一

般怕浸水，排水要好，地下水位不可太高，否則就需要做高畦。土壤物理性良好之土壤較膨鬆、保水性佳、通氣良好、容易翻犁耕作及水分多時也不易結塊等特性。因此要改善或維持良好之土壤物理性，除根據土壤不良原因之問題著手改良外，平時注意有機肥料適量施用也是一簡單可行之方式。

三、土壤顏色：

土壤顏色對作物生長的直接影響甚小，然而它卻是那些影響作物生長的土壤性質的指標，如有機質含量、排水狀況及通氣情形等，因此可藉土壤顏色來瞭解該土壤的性質及其土壤肥力。黑色土壤有機質含量高，排水狀況不良。暗棕色土壤有機質含量高且排水良好，土壤肥力狀況甚佳。紅色土壤有機質量甚低且均屬酸性較強之土壤，但排水狀況良好。灰色土壤有機質含量低且排水不良，此類土壤之生產力低，只適合水稻之生長。黃色土壤有機質含量低但排水狀況良好，此類土壤養分供應力差，所以土壤生產力也差。

四、適時適量施肥：

栽培作物施用肥料是作物生長良好的條件之一，但如何適時適量之施用，卻是大部分人最感困難的，由於因作物種類、品種、土壤肥力狀況及氣候條件不同，施肥量、施肥方法及施肥時期均有差異，施肥過量容易導致作物肥傷，施肥不足作物生長不良，施肥時期不對，肥料無法發揮其應有的肥效。因此作物施肥除可根據「作物施肥手冊」推薦的量及方法，配合上述土壤狀況施用外，土壤及植體化學分析也是其重要指標。

五、鹽類累積：

污染及不當的灌溉，或是化學肥料過量施用，將引起土壤鹽類的累積，診斷時可從表層土壤曬乾後，觀察是否有白色晶狀物產生，另外也可用電導度計測定，若電導度大於 4 mS/cm(飽和抽出)時多數作物生長受阻。土壤若有鹽類累積時，除應找出原因加以改善外，大量用灌溉水淋

洗、施用植物殘體有機肥料、種植綠肥及輪植水稻也是排除障礙的良好方法。

六、連作障礙：

許多旱作常因連作造成問題土壤，其引起的原因，不外乎土壤物理、化學及生物上發生問題，宜注意是否連續種植同一種作物或相距太近。如蘆筍、西瓜、薑、茄科蔬菜等，不宜連作，如連作時易發生病蟲害及植株生長不佳，甚至幼苗死亡等現象。

化學分析診斷

一、土壤採樣：

土壤分析所需的樣本約 500 公克，因此土壤採樣時應特別注意其代表性，以免分析後造成對土壤肥力之誤判。一般土壤採樣每一單位面積的採樣點愈多愈具代表性，惟考量人力及時間的不允許，可每一單位面積至少採 10 點以上充分混合後，取 500 公克供分析用。土壤採取深度，淺根作物(水稻、蔬菜等)為 0—15cm，深根作物(果樹等)分表土 0—15cm 及底土 15—30cm。採樣時期一般均在前作物收穫後，後作物種植前，果園之採樣時期可配合葉片採樣時期同時實施。另外採樣地點，注意勿靠近路邊或周界邊緣、畜舍邊、田便邊及新施肥地區，如遇特殊或問題土壤，應行分別採樣。詳細土壤採樣方法請參考附錄一。

二、植體採樣：

目前國內實施植體分析主要以果樹為主，其採樣時期及方法因種類不同差異甚大，可根據附錄二方法採樣，惟採樣時應注意果園內各個方位的葉片應平均採取，以求更具代表性。葉片採樣應特別注意時效性，採樣時期應依附錄二各種果樹所規定的期間採樣，同時葉片採取後應於當日送轄區農業改良場化驗分析，若無法於當日送至轄區農業改良場，最遲也應於翌日送到，期間應將葉片樣本放置於冰箱冷藏室冷藏。

三、報告寄送及土壤肥培管理推薦：

土壤及葉片樣品經處理分析後，將資料輸入電腦，電腦逐依據輸入之資料及分析結果推薦肥料施用種類、施用量及土壤管理方法，再經由技術人員確認後列印寄送。若農民個別耕地或果園經推薦後仍有問題時，可電洽轄區農業改良場或農會推廣人員至現場查勘，並根據查勘結果另作必要之推薦。

分析報告網頁查詢

本場收取樣本包括土壤、堆肥、葉片或灌溉水後，約 2 週可將分析分析結果解釋及施肥推薦表寄送各農友，本報告僅提供農民參考不具法律效力及作任何證明文件之用，若有疑問可電話洽詢 03-4768216 轉 330-335。

目前本場每年平均作物營養診斷服務件數超過 2,000 件，資料庫不斷擴充、累積，為避免資料於寄送過程中遺失及符合時代的趨勢，農民可透過網路查詢送檢樣品分析結果及施肥推薦，首先進入本場網站首頁(http：//www.coa.gov.tw/external/tydais/)，在點選「土壤診斷服務」，或直接鍵入網址(http：//163.29.13.126/soil/)(圖 7 及 8)，進入查詢系統(圖 9)。再選點左上角「送檢樣本查詢」按鈕即可進入查詢功能，先輸入帳號(農戶姓名或農戶編號)，再輸入密碼(圖 10)，即可列出過去分析的所有樣品資料及樣品種類，樣品依送件日期依序排列，並註明檢驗完成或檢驗中(圖 11)，完成的樣品可點選姓名欄位查詢分析報告(圖 12)，進一步點選最下方「列印」字樣，即可取得列印資料。

透過網路查詢方式，不必撥電話即可得知樣品是否分析完成，免除過去農友來電查詢而承辦人員公出不在，或查詢時電話佔線的困擾。樣品分析完成後，本檢測室仍依循往例，各別寄發分析報告，農友亦可自行上網列印分析報告，節省郵件往返時間。分析報告遺失時亦可自行上網列印，不必透過本場補發。

圖 7、桃園區農業改良場網站首頁

圖 8、桃園區農業改良場網站首頁

圖 9、土壤肥力與作物營養診斷服務查詢首頁

圖 10、輸入個人帳號及密碼

圖 11、單一農戶樣品清單

行政院農委會桃園區農業改良場土壤肥力檢測室

農戶姓名: 陳吉富	農戶編號: 19	樣品編號: 8001
樣品種類: 土壤	樣品代號: (有機)	作物:
檢驗員: 呂佳容	經辦人: 王斐能	負責人: 羅秋雄
送件日期: 2004-03-26	寄件日期: 2004-04-04	服務電話：03-4768216轉335

檢測項目	酸鹼度 (1:1)	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質 (%)	磷酐 (公斤/公頃)	氧化鉀 (公斤/公頃)	氧化鈣 (公斤/公頃)
檢測值	6.5	0.3	2.9	109	43	6689
參考值	5.5 - 6.8	< 0.6	> 3.0	60 - 290	90 - 300	2000 - 4000
檢測項目	氧化鎂 (公斤/公頃)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	鎘 (ppm)	鎳 (ppm)	鉻 (ppm)
檢測值	731	2.0	12	nd	1.0	1.6
參考值	200 - 400	< 20	< 25	< 0.4	< 10	< 10
檢測項目	鉛 (ppm)					
檢測值	1.0					
參考值	< 15					
建議： 補充粗質有機肥，每分地200~1000公斤。增加鉀肥施用。鈣肥偏高，減少投入。鎂肥偏高，減少投入。						

本資料僅供施肥參考,不作何證明文件。nd表示分析值極低。

列印

圖 12、分析報告範例

酸性土壤改良

一、何謂酸性土壤：

在土壤中之水溶解部分物質，構成土壤溶液，在土壤溶液中有氫離子(H^+)與羥離子(OH^-)存在，二者之比例不同，而有不同之酸鹼反應，稱之為土壤反應(Soil Reaction)，是土壤極重要的性質，通常以pH值表示之；即pH log[H^+]，H^+濃度大(OH^-濃度低)，pH值小，土壤呈酸性反應，H^+濃度小(OH^-濃度高)，pH值大，土壤呈鹼性反應，H^+與OH^-濃度相等時，pH值為7，即土壤呈中性反應。

土壤中的氫離子(H^+)存在形態可分二部分，一部分存在於土壤溶液中，稱之為游離酸(活性酸)，另一部分吸附在土壤膠體的表面，稱為交換性酸或潛在酸，二者可以互動的，形成動態平衡，當土壤溶液中H^+受外界的影響而使濃度增加時，則會有部分H^+進入膠體表面成為吸附之H^+，反之，土壤溶液H^+濃度降低時，膠體表面吸附H^+會釋放進入土壤溶液中，此種情形在改良酸性土壤上極具有意義。土壤pH值與酸鹼性等級區分表如后：

pH 範圍	土　壤　反　應
＜4.5	極酸性(Extremely acid)
4.5-5.0	極強酸性(Very strongly acid)
5.1-5.5	強酸性(Strongly acid)
5.6-6.0	中酸性(Medium acid)
6.1-6.5	微酸性(Slightly acid)
6.6-7.3	中性(Neutral)
7.4-7.8	弱鹼性(mildly alkaline)
7.9-8.4	中鹼性(Moderately alkaline)
8.5-9.0	強鹼性(Strongly alkaline)
＞9.0	極強鹼性(Very strongly alkaline)

二、酸性土壤對作物的影響：

(一)作物對土壤酸性之適應：

作物種類不同對土壤酸鹼性之適應能力也各異，作物栽培應擇適合之土壤環境，才能獲得良好的生產，也可增加不良外在條件之

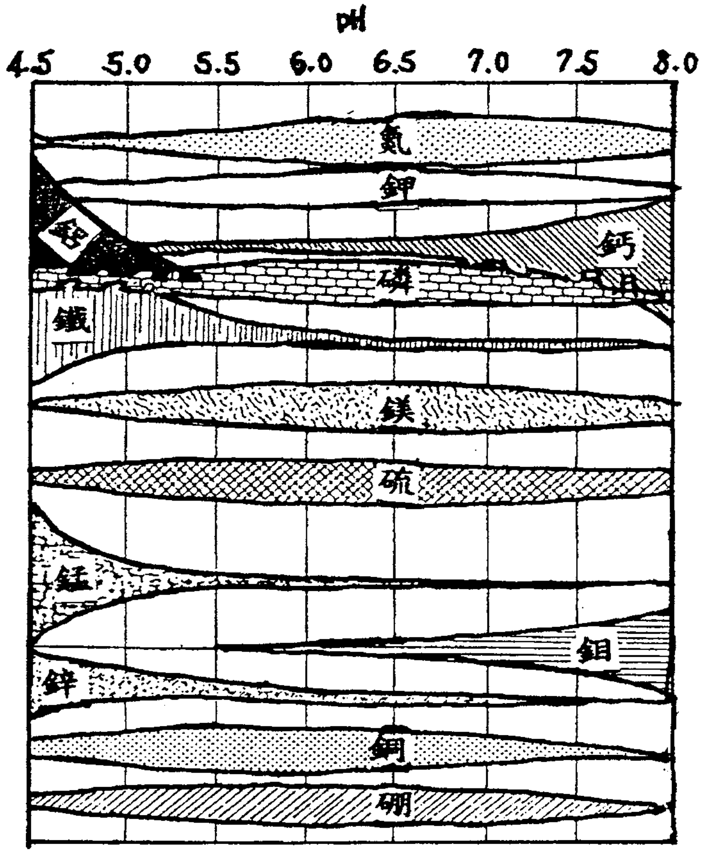
抵抗力，因此，選擇適宜之土壤反應範圍或調整土壤反應，使之適宜作物之需要，是作物栽培上不可或缺的要件，茲將重要作物適宜之土壤pH值範圍列如下表：

主要作物適宜土壤酸鹼度(pH)範圍

作　物	最適pH	作　物	最適pH	作　物	最適pH	作　物	最適pH
水　稻	5.0-7.0	香　蕉	6.0-6.7	蘭　類	4.0-5.0	甘　藍	5.5-6.8
大　麥	6.5-8.0	柑　桔	5.2-6.4	菊　花	5.5-6.5	白　菜	5.5-6.8
小　麥	5.5-7.0	鳳　梨	5.0-6.0	天竺葵	5.0-7.0	芹　菜	5.5-6.8
蕎　麥	5.5-7.0	枇　杷	5.0-6.0	非洲菊	6.0-7.0	韭　菜	6.0-6.8
燕　麥	5.5-7.5	荔　枝	5.0-6.5	秋海棠	5.0-7.0	大　蒜	5.5-7.2
黑　麥	5.0-7.0	番石榴	5.5-6.5	翠　菊	6.0-8.0	洋　蔥	5.5-6.8
玉　米	5.0-7.0	釋　迦	5.5-6.5	金魚草	6.0-7.5	蘆　筍	6.0-6.8
小　米	5.0-6.5	蓮　霧	5.5-6.5	波斯菊	5.5-6.5	花椰菜	5.0-6.8
甘　藷	5.5-7.0	芒　果	5.5-6.5	百日草	6.0-8.0	馬鈴薯	6.0-7.0
花　生	5.5-7.0	木　瓜	5.5-6.5	三色堇	6.0-6.5	蘿　蔔	4.8-5.4
蜀　黍	5.5-7.5	楊　桃	6.0-6.5	矮牽牛	6.0-7.5	胡蘿蔔	5.0-6.8
大　豆	5.5-7.0	棗	5.5-6.5	萬壽菊	5.5-6.5	番　茄	5.0-6.8
紅　豆	5.0-7.2	葡　萄	6.0-7.4	唐菖蒲	6.0-7.5	草　莓	5.0-6.8
茶	4.5-6.0	梨	5.2-6.1	孤挺花	5.5-6.5	胡　瓜	5.5-6.8
食用甘蔗	5.5-7.5	桃	4.9-6.0	美人蕉	6.0-7.0	洋香瓜	5.5-6.8
向日葵	6.0-7.5	李	5.0-6.0	大岩桐	5.0-6.5	西　瓜	5.5-7.0
油　菜	6.0-7.5	梅	5.0-6.0	大理花	6.0-8.0	西　瓜	5.5-6.8
菸　草	5.5-7.5	蘋　果	5.5-6.6	仙客來	5.5-6.5	毛　豆	6.0-6.7
蕪　菁	5.5-6.8	柿	5.5-6.6	風信子	6.0-7.5	菜　豆	5.5-6.8
甘　蔗	6.0-8.0	栗	4.6-5.6	火鶴花	5.5-6.5	豌　豆	5.5-6.8

(二)土壤pH對植物營養要素之影響：

土壤中植物營養要素之存在量與存在型態，均與土壤pH值有密切關係，尤其是營養要素的有效性受pH值之影響至大，茲以下圖表明各種植物營養要素之效率與土壤pH值之關係，圖中線條寬度之大小，表示其效率之大小。



土壤pH與植物養分有效性之關係圖

酸性土壤對植物營養關係說明如下：

1. 溶解性鐵、鋁、錳之毒害，土壤酸性愈強則溶解性鐵、鋁、錳愈多，對許多作物造成毒害，也影響作物之生產。
2. 磷的效率低，磷多與鐵、鋁結合形成不溶解性之磷酸鐵與磷酸鋁等化合物，有礙作物對磷之吸收。
3. 有機態氮、磷、硫等元素，不易釋放供作物攝取，因在酸性土壤中微生物分解有機物受阻。
4. 鈣、鉀、鎂要素缺乏，土壤受雨水之淋洗，土壤中鈣、鉀、鎂等元素流失，造成這些元素之缺乏，也影響作物之攝取。
5. 鉬之溶解度低，植物難以攝取利用，對需要鉬之作物容易缺乏。
6. 土壤中有益微生物分解受阻，如分解有機物之放射菌及細菌、固氮菌、硝化細菌等，其繁殖活性受阻，影響作物之生育及產量。

三、酸性土壤分布：

台灣地區之土壤，受先天成土條件及雨水淋洗，及後天長期集約耕種利用，長期施用化學肥料，工業發展造成酸雨等之影響，除部分之沖積土外，大部分地區土壤屬酸性土壤，依據省農試所於民國四十八年至五十六年採樣調查，有60％之農田土壤屬酸性土壤，其中有33％為強酸性土壤，其pH值在5.5以下，又山坡地土壤受雨水沖刷，土壤中許多鹽基元素流失，除泥岩(青灰岩)及東部海山脈地區外，一般多屬酸性土壤，可見台灣地區酸性土壤之分布相當普遍，又大多數作物適宜的pH值範圍在6.0至7.0之間，顯示酸性土壤之改良對農業生產之重要性。

四、酸性土壤之測定方法：

(一)試紙呈色反應法：

將具有代表性之土壤樣品放入試碟或試管中，定量之蒸餾水，充分攪拌後靜置一小時後，取其澄清液滴在反應試紙上，觀察其變色反應，再對照標準比色表，即可查出其pH值，其數值較粗放，在田間速測時可使用。

(二)試劑比色測定：

其原理與前法相同，其製備需土壤加入pH抽取液(Extractor)及pH值指示劑(pH Indicator)作用呈現出顏色，再以比色表查出pH值，在市面上可購得，如FHK土壤酸度檢定器 Sudbury soil Test Kit和Green OM-2pH檢定器等，詳細用法參閱說明書內容。

(三)金屬電極檢測：

利用金屬電極面與土壤溶液接觸法的原理製成，可在田間將酸度計金屬面完全插入土壤中一分鐘後，其指針穩定後之數值即可讀之。使用前如土壤過乾或肥料過多時，宜以適量清水或蒸餾水灌施20～30分鐘後再測定，如日「本竹村」儀器公司產品一土壤酸濕度計等。

(四)玻離電極法：

即現行之測定法，在農業改良場均採用之，其原理是將玻離電極與基準電極插入試液中時，即形成一種化學電池，其電動勢即可得知試液的pH值，除測定器具外，尚須要有pH 4、7及10之緩衝液供為校正之用，測定時須將土壤加蒸餾水充分攪拌混合，土壤與水的比例不同其測值也不同，一般土壤目前所採用的比例為1：5。

五、土壤酸性之矯正

(一)適於減低土壤酸性之化合物：

酸性土壤係因缺少交換性陽離子所致，因此施用含所需一種或數種金屬陽離子的化合物，即可矯正土壤酸性，而此種化合物必須價格低廉，來源充裕，確實能減少土壤溶液中H^+的濃度，與土壤發

生反應作用不過於激烈，所供應之陽離子具有可促進土壤膠體團粒作用，不易由排水流失。因此以鈣、鎂二元素最適合，可以符合前述條件。以此二種元素之碳酸鹽及氧化物、氫氧化物為理想之改良資材，亦稱為石灰資材。

(二)石灰之種類：

1.生石灰或稱氧化石灰(CaO)：一般農用者純度為85-95%，其餘尚有夾什物如粘土及鐵化物，因鹼性最強，處理上較困難，使用時先將生石灰浸入水中3-4分鐘，待氣泡不再冒出時，取出堆積於地上，固塊逐漸崩解成為粉未狀，隨即可撒佈於田間。

2.消石灰或稱熟石灰($Ca(OH)_2$)：是生石灰加水消解而成之氫氧石灰，白粉未狀，其純度約為95%，鹼性強，需裝袋，通常保有相當量之氧化物及其他石灰化合物。

3.碳酸石灰或石灰石粉：主要化合物為碳酸鈣與白雲石，其所含之比例各不同，純度由79%至99%不等。

4.副產石灰：以碳酸石灰為主的工業副產品，亦可作農用石灰，其來源不同，成分亦不一，如矽酸爐渣含有矽。作肥料用者須依法辦理登記，除保證成分氧化鈣、氧化鎂等外，其有害成分之含量也加以限制，以免施用後污染土壤。

(三)石灰資材之選用：

選用石灰種類應由下列因子來決定：

1.成分與價格：按石灰之成分與價格為基準求出所施石灰之當量價值，以求同樣的價錢，那一種石灰的中和力強者即為選用之目標。

2.與土壤反應之速度：石灰成分不同，其反應速度也異，如要求速效者以生石灰及消石灰為宜，但其特久性則不若石灰石粉。

3.細度：顆料之細度影響其中和力，顆料細小者其表面積大，作用也快速，但持久性差，因此細度也是石灰材料規格之一，一般以

60%可通過60篩目者為標準，含有大小不同粒子，施用後可有快慢不同效力。

4.作物的需要：石灰材料不同，成分亦不一，如禾木料作物需要矽者選用含的資材如矽酸爐渣，果樹類需鎂則以白雲石之石粉如苦土石灰。

5.使用及管理難易：石灰材料之搬運及貯存是否方便也是重要因素，此外在目前人工費用高，機械施用之方便也是決定因子。

(四)石灰需要量：

一般而言，將每公頃的表土土壤反應提高到所需要的pH值所需石灰量，稱之石灰需要量，可參照前表之不同作物調整至所需要的pH值範圍。因為土壤質地及有機物含量不同影響石灰用量，可採土壤樣品測定石灰需要量來估算之。又為不使土壤反應過於激烈，不宜一次就調到所需要的pH值，即不要一次施用大量的石灰，分次逐步改良方法，達到下限之pH值，一般作物以pH 6即可，目前由府推廣之酸性土壤改良，以pH值5.5以下之強酸性土為實施改良之目標。以矽酸爐渣為例長期作物施用3噸/公頃，短期作物2噸/公頃。如改用其他資材其中和力強者用量可酌減，參考下表調整石灰材料用量。

常用石灰資材之中和力

名　　稱	化學式	中和能力 (以碳酸鈣為100)
貝　殼　粉	CaCo3	95
石灰石灰粉(碳酸鈣)	CaCo3	100
消　石　灰	Ca(OH)2	120-135
生　石　灰	CaO	150-175
白　雲　石　粉	CaCo3.　MgCo3	110
矽　酸　爐　渣	CaSiO2	60-80

(五)石灰使用應用注意事項：

1.避免過量施用，以免引起土壤pH值劇烈變動，作物難以適應，土壤微量元素有效性劇減，發生缺乏，且會造成土壤結塊或變硬，最好採土壤送當地農業技術單位分析，依據其推薦量施用為宜。

2.配合有機肥料使用，以免使土壤物理性變劣，養分元素逐漸枯竭，因此需配合有機材料施用。

3.使用方法要正確，用量要適當外，施用時要與土壤充分混合，不宜條施或穴施或表面撒施。

4.避免與酸性化學肥料混合施用，以減少肥分之揮發或固定，降低肥效。

果園施肥

一、柑桔(包括椪柑、柳橙、桶柑、葡萄柚、文旦)

柑桔屬芸香科，本省主要產地在苗栗以南至台南及宜蘭、花蓮等縣，栽培面積約 38,000 公頃，年總產量近 48,000 公噸。柑桔最適的生長溫度為 24-34℃，年日照時數應在 2,000 小時以上，方能生產高品質之柑桔果實。柑桔的土壤適應性較廣，但仍須配合適宜砧木以增強抗病蟲害及風土能力，一般土層深厚之砂質壤土生育最佳，土壤 pH 值宜在 5.5-6.5。

(一)三要素推薦量(公克/株/年)

樹齡或產量		氮素	磷酐	氧化鉀	換算成台肥複合肥料用量 (成樹用 5 號，幼樹用 43 號)
幼樹	1-3 年生	75	75	75	500
	5 年生	150	150	150	1000
成樹	40 公斤/株	500	250	375	3125
	60 公斤/株	600	300	450	3750
	90 公斤/株	800	400	600	5000
	120 公斤/株	1000	500	750	6250
	150 公斤/株	1200	600	900	7500

註：1.施用10-20公斤之豆粕類有機肥(含氮素5%以上)，則化肥氮減施350-700公克。

2.採收後為維持地力，除施用化學肥料外，另可施腐熟堆肥35公斤以上。

3.礫質地或粗質地肥分易流失的土壤，施肥量增加30~40%，細質地保肥力佳之黏質壤土可酌量減施20~30%。

4.草生栽培的果園，春肥及果實發育期的氮肥宜增加20~30%。

5.土壤肥沃的果園，若春肥及果實發育期均用台肥5號，或春肥、果實發育期氮肥過多，將影響果實品質和著色，以及12月之花芽分化，故採收後之肥料應改用台肥2號。

6. 4~8月間雨量豐沛時，果實發育期之氮肥宜減施或免施，以免夏秋梢過於旺盛。

(二)施肥時期及分配率(%)

肥料別	採收後至春芽萌發前	開花至著果	果實發育期
氮　肥	40	40	20
磷　肥	40或100	40或0	20或0
鉀　肥	30	30	40

註：施肥時期視各地生育情形及品種酌予提前或延後。

採收期：椪柑11~12月，柳橙12~1月，桶柑1~2月，文旦8~9月。

開花結果期：椪柑2~3月，柳橙3~4月，桶柑3~5月，文旦4~5月。

果實發育期(幼果期)：椪柑6~8月，柳橙7~9月，桶柑7~10月，文旦6~7月。

(三)施肥方式

1.有機肥可與土壤改良劑石灰資材同時施用，可省工及避免土壤硬化，但化肥氮素需待石灰施用後1個月再施，不可與石灰同施，以免氮素脫失。

2.果實採收後最好以環狀、放射狀、條溝狀或穴狀深施，尤其磷肥

不易移動需深施，上述方法可輪換使用，其餘開花後及果實發育期可行撒施以省工資，為提高撒施肥效以減少損失，每一施肥時期可再細分為二次(間隔 1~2 週)撒施，且需配合水分管理，土壤太乾無法溶解運移，或下大雨沖走肥料均不宜。

(四)石灰之施用

1.強酸性土壤(pH 5.0 以下)為避免柑桔缺鎂及利於各種養分均勻吸收，宜使用白雲石灰(苦土石灰)，調整土壤 pH 值。石灰宜於果實採收後與堆肥同時混入 15-30 公分土壤中。

2.石灰用量：砂質壤土施 1 噸/公頃/年，壤土或坋質壤土施約 1.5 噸/公頃/年，黏質壤土 2 噸/公頃/年。每年檢查土壤 pH 值，如已調整至 pH 6.0 以上，即停止使用。如欲改善深層土壤(30 公分以下)之土壤反應，除施用量需加倍外，尚須深挖，機械及工資成本均大幅提高，最好於幼年園或植苗前全園實施，以免成園後不易操作且容易傷樹。

(五)次量及微量要素之施用(如診斷缺乏，才有矯正施用之需要)

1.鎂之施用：

酸性土壤發生缺鎂，則除施用白雲石粉或白雲石灰外，症狀嚴重時則於春夏季施用氧化鎂 150-200 公克，或施用硫酸鎂 1 公斤/株。亦可以 2-3%(50-30 倍稀釋倍數)硫酸鎂液或硝酸鎂液噴施於葉面，以藥液不滴下為度，每年噴 5 次。中性或鹼性土壤缺鎂，則可施用硫酸鎂或採葉面噴施。

2.硼之施用：

發生缺硼症時，於 10 年生的柑園質地為黏質壤土者，每株於地面撒施 50 克的硼酸、如不再出現病徵，4 年內不可再拖。或於 4 月及 6 月噴施 0.3%(300 倍稀釋倍數)硼酸液 2 次亦可，但不可連年噴施。若以春梢非結果枝作葉片分析診斷，在 8 月份的硼濃度 25ppm 以下為缺乏。

3.鋅錳之施用：

如在葉上發生缺鋅或錳的現象，春梢葉片於 8 月份之鋅或錳濃度低於 25ppm 以下，可用硫酸鋅或硫酸錳 0.3-0.5%(300-200 倍稀釋倍數，加等量氧化鈣製成乳劑)作葉面噴施，每隔 7-10 天連續 3-4 次。若噴施鋅錳乃浦等防治病害藥劑，亦有防治缺鋅、缺錳效果。

二、水密桃

(一)三要素推薦量

樹齡	堆肥 (公斤/株/年)	化學肥料			
		三要素用量(克/株/年)			台肥 5 號複肥用量 (公斤/株/年)
		氮素	磷酐	氧化鉀	
1～ 3 年生	3	100	40	40	0.5
4～ 6 年生	5	150	80	100	1.0
7～ 9 年生	7	300	150	200	1.8
10～12 年生	12	410	240	310	2.7
13～15 年生	15	450	270	350	3.0
16～18 年生	20	490	300	390	3.4
19～21 年生	30	530	320	430	3.6
22～24 年生	35	640	350	470	4.1
25 年生以上	40	640	350	470	4.1

註:1.水庫集水區的果園應避免施用雞糞，以維護水庫的水質。

2.有機質肥料可選數種分年輪流使用，或選 2~3 種一起施用，惟應避免施用重金屬含量過高的有機質肥料。

3.土壤 pH<6.0 時，應於基肥施用白雲石粉，以改良土壤酸性，例如 15 年生果樹每株可施用白雲石粉 5 公斤，惟不可施用過量，造成微量元素可溶性減低而缺乏。

(二)施肥時期及分配率(%)

肥料別	基　　肥 (落葉後冬季休眠期)	追　　肥		禮　　肥 (採收後一次)
		疏果 (1 次)	果實肥大期 (2～4 次)	
堆肥	100			
氮肥	60	10	20	10
磷肥	100			-
鉀肥	60	10	20	10

三、桃樹(除水蜜桃外)

本省桃園之栽種面積約 2856 公頃，產量 21877 公噸，主要分布台中縣(1829 公頃)，桃園縣(309 公頃)，桃樹之栽培以排水良好之砂質壤土 pH 6-6.5 為宜，桃樹忌陰好陽光，日照不足則易枯死，正常栽培以 5×5 公尺最適合，果園灌水需視園地乾濕程度，約 1、2 週灌水一次，於果實發育期對水分之控制更需注意，果實之疏果原則以每 1 果約 15-20 個葉片，且以中部、基部及下方著生之果實較佳，短、中果枝留 1 個果實，長果枝則留 2-3 個果實，但當長果枝較多時亦可留 1-2 個果實，而短、中果枝不留，每公頃約 200,000-250,000 個。

(一)三要素推薦量(克/株/年)

樹齡	氮素	磷酐	氧化鉀	備　　註
1～ 3 年生	80	45	70	每年於桃樹落葉後施用堆肥 20～30 公斤，土壤 pH6.0 以下時每株施苦土石灰 5 公斤。
4～ 6 年生	160	90	140	
7～10 年生	240	90	210	

註:每公頃以 300 株計。

(二)施肥時期及分配率(%)

肥料別	落葉後	幼果期	採收後
氮肥	50	20	30
磷肥	100	-	-
鉀肥	50	-	50

(三)施肥方法

1.施肥量應視果樹品種前年結果量及果園實際地力與土壤肥沃度而調整，最精確的方法利用葉片分析法來決定最適當施肥量。

2.秋肥於落葉後愈早施用愈佳，施用全量有機肥、全量磷肥和半量鉀肥，施肥法可分環狀、長條狀、放射狀及樹冠下全面施肥法，各法可輪流使用。

3.通常在果實肥大期及採收後之追肥不可太遲，否則枝梢徒長，不易進入休眠狀態，勢必影響第二年之開花結果。

4.石灰於桃樹休眠期施用，採全園撒施並用耕耘機淺耕與表土混合，始能達到改良酸性目的。

四、梨

梨屬薔薇科，目前本省栽種面積為 10434 公頃，主要分布於台中縣(6383 公頃)，及苗栗縣(1571 公頃)，產量為 114744 公噸，梨樹之栽培以土層深厚、土壤疏鬆、有機質含量高且保水及排水良好之砂質壤土其 pH 6-6.5 為宜，梨樹忌陰好陽光，日照不足則易枯死，正常栽培以 6×6 公尺最適合，每公頃約種植 250 株，果園之修剪主要維護樹型及調節生育，分為冬季及夏季修剪，冬季修剪主要剪除過密及自基部簡剪除老化結果枝，並將其集中燒毀，以防成為病源，夏季修剪包括摘心、斷根、環狀剝皮，灌水一次，於果實發育期對水分之控制更需注意，果實之疏果原

則以每1果約20-30個葉片，可於開花前進行疏蕾，每花序留2-3個果，果實間隔約20-25公分。

(一)肥料推薦量

樹齡	堆肥(公斤/株/年)	化學肥料			
		三要素用量(克/株/年)			台肥5號複肥用量(公斤/株/年)
		氮素	磷酐	氧化鉀	
1～ 3年生	5	110	60	60	0.6
4～ 6年生	10	220	110	160	1.3
7～ 9年生	15	470	230	350	2.9
10～12年生	20	750	440	600	5.0
13～15年生	30	830	500	640	5.6
16～18年生	35	920	560	710	6.2
19～21年生	40	990	620	760	6.8
22～24年生	50	1,080	670	820	7.3
25年生以上	60	1,080	670	820	7.3

註:1.化學肥料可任選複合肥料或單質肥料，如使用單質肥料時，三要素用量應換算為肥料成品量。

2.有機質肥料可選數種分年輪流使用，或選2-3種一齊施用，但需注意避免選用有過量重金屬的有機肥。

3.白雲石粉之施用：土壤pH值於6.0以下時，應依pH值之高低逐年配合基肥施用白雲石粉，以改良土壤酸化，15年生果樹每株施用5公斤，但不可過量，造成微量元素缺乏症狀。

(二)施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥 (落葉後冬季休眠期)	追肥 疏果(1 次)	 果實肥大期(2～4 次)	禮肥 (採收後一次)
堆肥	100			
氮肥	60	10	20	10
磷肥	100			-
鉀肥	60	10	20	10

五、甜柿

本省柿栽種面積為 1749 公頃，產量 16440 公噸，主要種植分部於台中縣(550 公頃)、苗栗縣(406 公頃)、嘉義縣(297 公頃)及新竹縣(189 公頃)，柿以栽種於粘土或壤土為最佳，土壤 pH 值 6-6.5 最佳，柿園以通風及採光為最佳，需注意氮肥施用及水分調節，疏蕾、疏果以防養分消耗，對落果極為有益，休眠期之剪枝以密生枝、徒長枝、枯枝、病枝與向內生長之枝條應自基部剪除，夏季修剪除去無用枝條，可助長果實之發育及來年結果母枝之生長。

(一)三要素推薦量(克/株/年)

樹齡	氮素	磷酐	氧化鉀	備　　註
1 年生	60	20	100	每株應配合施用堆肥 20～30 公斤，土 壤 pH6.0 以下時每株撒施苦土石灰 5 公斤。
4～6 年生	120	40	200	
7 年生以上	190	40	200	

(二)施肥時期及分配率(%)

肥料別	落葉後	幼果期	採收後
氮肥	50	30	20
磷肥	100	-	-
鉀肥	50	50	-

(三)施肥方法

1.第一次肥於晚冬或早春(1 月上旬至 2 月中旬)施用，施用法可採用穴施、條施、環狀或放射狀等施肥方法，施肥後覆土。

2.第二次肥於果實肥大期(6 至 7 月間)施用，利用下雨時施於樹冠下二分之一外側，亢旱時於樹脆冠下撒施後即行淺耕覆土，第三次肥於採收後當禮肥施用。

3.肥培管理應依據生長與結果性，配合各地的土壤、氣候條件及植物營養診斷進行合理施肥調整。

六、木瓜

木瓜為半草本熱帶果樹，栽培容易，生長迅速，結果快，單幹直立適於間作，常年結果產量豐。木瓜全省均有栽培，其主要產地為分布在中南部地區，栽培面積約 3,800 公頃，年總產量近 138，000 公噸。選擇種植木瓜園宜注意下列條件：1.高溫無霜，木瓜最適溫度是 25-30℃，日平均溫度在 16℃以上時生育正常，若下霜即受凍害死亡。2.排水良好。3.灌溉方便，木瓜根淺不耐乾旱，宜保持園地濕潤。4.肥沃土壤，選擇富含有機質土層深厚，通氣良好的砂質壤土或礫質砂壤土，pH 值在 6.0-6.5 之間。5.忌連作，木瓜連作植抹生育不良，病蟲害嚴重，樹齡縮短。

(一)三要素推薦量(克/株/年)

樹齡 要素別	六個月以下	六-十二個月	二年生	三年生以上
氮素	12	53	74	122
磷酐	22	98	136	241
氧化鉀	15	64	88	120

(二)施肥時期及分配率(%)

肥料別	開花前	幼果期	採收後
氮素	40	30	30
磷酐	60	20	20
氧化鉀	40	30	30

(三)施肥時期及方法

1.有機質肥料：栽植前或培土作畦時撒施堆肥 10 公噸/公頃。

2.追肥：

每隔 2-3 個月施肥一次，將全年施用量分次施用，幼樹冠外緣挖深 10 公分寬 15 公分環溝施下肥料後覆土。成樹可在株間掘兩條淺溝施肥或直接施於畦溝。

3.硼素之應用：

砂礫質之河床地，山波地及紅壤種植木瓜，易於秋冬季乾旱期間發生果實缺硼症(呈現凹凸不平之腫瘤，並流出白色乳汁)。若葉片硼含量低於 20ppm 或土壤硼含量低於 0.25ppm，即應施用硼砂予以防治。可於開花結果前每年施用 2.5-5.0 克硼砂，或自 10-翌年 1 月間以 0.25%硼砂或 0.10%硼酸液葉面噴施 1-3 次。不可每年施用，以免施用量過多引起毒害。

七、楊桃

楊桃屬酢醬草科常綠性灌木。本省主要產區在苗桌以南，栽培面積約近 2,000 公頃，年總產量約 31,700 公噸。楊桃性喜潮濕，怕霜害，成年樹 10℃以下即遭受寒害，影響花芽化、果實生育、產量及品質，年降雨量需 1,500-3,000 公厘之間，並須有灌溉設施，防乾旱影響花芽分化及果實生長。楊桃生育強健，對土壤選擇不苛，各種土壤均適合生長，但經濟集約栽培下，適宜土壤 pH 值為 5.5-6.5 之間，土壤仍以土層深厚肥沃之砂質壤土至粘質土壤為宜。

(一)三要素推薦量(克/株/年)

樹齡 要素別	一	二	三	四-五	六-十	十一年生以上
氮素	60	120	200	300	400	450
磷酐	60	120	180	250	300	320
氧化鉀	60	150	250	400	600	650

(二)施肥時期及方法

1.定植時每穴施用堆肥 10-15 公斤，與土壤均勻攪拌後種植。

2.幼樹採用環狀施肥，氮、磷及鉀分別於 3.6.9 月各施 1/3。

3.成樹(四年生以後)採用條狀施肥，每年果實採收後(約三-四月間)施用氮、磷及鉀各 30%，其餘 70%分 4-6 次平均施用，另每年每株加施堆肥 20-50 公斤。

堆肥品質鑑定與施用技術

簡宣裕　張明暉　劉禎祺

行政院農業委員會農業試驗所

堆肥腐熟之判斷

一、觀察有機質肥料外觀顏色與味道：

腐熟的堆肥，外觀顏色為深黑色或黑褐色，膨鬆感覺，吸水能力強，味道為泥土味至芳香味（例如純蔗渣堆肥），不能有酸壞臭味、惡臭或濃厚的氨氣味。而發酵不良，品質不好的堆肥，通常顏色為黃色或黃褐色。

二、種子發芽測定法：

5 公克風乾堆肥加 100 毫升 60 ℃ 溫水，置於 200 毫升燒杯內，在 60 ℃ 水浴中經 3 小時後，以細紗布過濾， 2 張濾紙置於培養皿中，加入 10 毫升濾液， 25 粒白菜種子放在濾紙上面，培養皿置於 25 ℃ 恒溫箱內， 3 天後，觀察種子發芽率以及根生長情形，另外以蒸溜水代替濾液進行試驗，做為對照用，若試驗組的發芽率為對照組發芽率的 90％ 以上，且根的伸長不受抑制，則該堆肥可視為腐熟。

三、還原醣含量：

一般而言，堆肥的還原醣含量與總碳含量的百分比 ＜ 35 ％ ，則堆肥可視為腐熟，若高於此百分比，則為尚未穩定腐熟的堆肥。

四、濾紙擴散顯圖測定法：

濾紙先以 0.5％ 硝酸銀 (AgNO3) 溶液浸泡，烘乾待用。稱 5 公

克堆肥，加入 50 毫升的 1％ 氫氧化鈉 (NaOH) ，振盪 5 小時後，以 3000 rpm 轉速離心，用棉花蕊心浸沾上澄液，需點於濾紙中央，依在濾紙上擴散顯圖的形狀及顏色，比照表一所列的資料，可判斷堆肥是否為腐熟。

表一、堆肥樣品抽出液 （以 1％ 氫氧化鈉抽出） 點於濾紙上，擴散顯圖之形狀與顏色

位置	新鮮堆肥	腐熟堆肥
擴散圖中央	顏色為白色至粉紅色	顏色為紅色至紫色
擴散圖中間帶	形狀為環狀	形狀為不規則狀
擴散圖邊緣	邊緣非鋸齒狀	邊緣為鋸齒狀

五、塑膠袋法：

適用於堆肥廠現場之簡易判定法。新鮮堆積材料含許多易被分解的有機物，經微生物與生物作用後會產生多量氣體，塑膠袋因而馬上膨大如氣球，堆積材料愈接近腐熟則氣體產生的速度愈慢且量愈少，當然塑膠袋不會馬上鼓起來，甚至於不會鼓起來。此法可利用於以禽畜糞為堆積材料製造堆肥時，腐熟度定性的測試，但難判定完全腐熟與否。

六、蚯蚓法：

堆肥與純水以 3:2 比例混合均勻後，放入 1/2 至 2/3 杯量堆肥於黑紙罩住四周的杯子 （最好 500 毫升以上） 中，把蚯蚓置於堆肥上面，因蚯蚓有棲息於暗處之習性，若蚯蚓有往下鑽入堆肥之現象則表示堆肥已腐熟，若蚯蚓有逃避離開的反應，甚至死亡，則表示此堆肥尚未腐熟。此法適用於判斷禽畜糞堆肥是否腐熟。

七、幼植物試驗法：

設 4 種處理，處理 A：500 毫升風乾土壤裝入盆栽內，處理 B：同處理 A 但加施 N 、 P_2O_5 及 K_2O 各 35 毫克 ，處理 C：350 毫升風乾土壤與 150 毫升堆肥混合均勻後裝入盆栽盆內，處理 D：同處理 C 但加施 N 、 P_2O_5 及 K_2O 各 35 毫克。每處理 3 重複。盆栽盆直徑為 11.3 公分，高為 6.5 公分。上述各試驗處理的盆栽土壤加入適量水分後播種 20 粒小白菜種子，比較各處理的小白菜生育狀況做為堆肥腐熟之判定依據。

八、花粉管伸長法：

堆肥與純水以 1:2 比例混合，浸泡一夜後，用紗布搾濾出濾液，以濾液（用純水做為對照）配製培養基（含 8 % 蔗糖、 1.2 % 洋菜及 17 ppm 硼酸），培養基加熱使洋菜熔解後傾倒於培養皿，待冷卻凝固後，將花粉管置于培養皿上，於 25 ℃ 暗房內， 經 20 小時後，與對照組相互比較花粉管伸長情形。此方法在判斷樹皮堆肥是否腐熟時，常被採用。

九、近紅外線光譜測定法：

一般而言，堆肥化過程中碳水化合物逐漸減少，但化合物的芳香基碳 (aromatic C) 與羧基 (carboxyl group) 則增加。新鮮堆積材料在波數 1720 cm^{-1} 至 1000 cm^{-1} 近紅外線光 (infrared light) 的吸光光譜形狀為許多小且尖銳 (sharp) 或斜肩 (shoulder) 吸收峰，而堆積材料愈接近腐熟則在此波數範圍內的吸光光譜形狀，吸收峰較少且平緩 (leveled off) 。新鮮堆積材料在波數 2900 cm^{-1} 至 2800 cm^{-1} 近紅外線光的吸光光譜形狀，其吸收峰的高度比腐熟堆肥者高。測定方法為：

樣品以 105 ℃ 烘乾後磨粉過 0.25 毫公尺網目篩子，儲存於真空乾燥瓶 (vacuum desiccator) ，取 100 毫克溴化鉀 (KBr) 和 2.4 毫

克粉狀樣品混合均勻，壓成餅 (pellet) ，置於近紅外線光吸光測定儀，用波數 4000 cm^{-1} 至 1000 cm^{-1} 光波掃瞄測定樣品的吸光光譜。

十、二苯基胺（diphenylamine）呈色反應：

5 公克牛糞堆肥放入 125 毫升玻璃三角瓶，加入純水 50 毫升，振盪 3 小時，以濾紙過濾，取適當濾液放入小玻璃培養皿，用吸管吸幾滴含 0.012 % 二苯基胺之濃硫酸液，加入小培養皿內，若呈藍色反應者表示已腐熟，新鮮牛糞則沒有藍色反應。

堆肥之成分

一、堆肥的有機碳與氮比值及有機質含量：

一般而言，腐熟堆肥的有機碳與氮比值大多低於 20 （但樹皮堆肥的比值可能大於 20），有機質含量可以高於 60 % 。但是，若以純雞糞製造堆肥時，因原料的有機質含量大約只有 55 % ，故腐熟雞糞堆肥的有機質含量，極有可能低於 50 % 。

二、有毒物質及重金屬含量：

美國、日本對堆肥中有機污染物的規範，只有多氯聯苯 (PCB) 這一項，美國規定若要施用於農田，則堆肥的多氯聯苯含量不能超過 2 ppm ，日本的標準為堆肥的水抽出液，多氯聯苯含量，要低於 0.03 ppm ，測定多氯聯苯是需要同時用到氣體色層分析儀 (GC) 與質譜儀 (MS) ，須由專業人員來操作。堆肥中重金屬可以容許的含量，國內與國外的標準如表二所列。

表二、堆肥重金屬容許含量（ppm）

國家	鎘	鉻	銅	汞	鎳	鉛	鋅	砷	鈷	鉬
美國	2-25	1000	450-1000	5-10	50-200	250-1000	900-2500			10
日本	5	(1.5)		2		(3)		50		
奧地利	4	150	400	4	100	500	1000			
比利時	5	150-200	100-500	5	50-100	600-1000	1000-1500			
哥倫比亞	2.6	210	100	0.8	50	150	315	13	26	5
意大利	10	Cr^{+3} 500 Cr^{+6} 10	600	10	200	500	2500			
荷蘭	0.7-2	200-50	25-300	0.2-2	10-50	65-200	75-900	5-25		
加拿大 Ontario	3-4	50	60-100	0.15-0.5	60	150-500	500	10-20	25	2-3
西班牙	40	750	1750		400	1200	4000			
瑞士	3	150	150	3	50	150	500		60	20
南韓	5			2		150		50		
我國垃圾堆肥	5	150	100	2	25	150	500	50		

（）：水抽出液濃度

三、pH ：

腐熟堆肥的 pH ，一般接近中性（堆肥樣品與純水以 1:5 混合均勻），但堆肥材料中若添加雞糞， pH 則有可能超過 7.0 ，如果以純雞糞當作材料，製造堆肥時， pH 可高達 9.0 左右。若堆肥的 pH 小於 6.0 時，此種堆肥可能是在嫌氣性條件下，進行發酵的結果，則

屬於品質不好的堆肥。

四、電導度（E.C.）

堆肥種類不一樣，電導度的測值 （堆肥樣品與純水以 1:5 混合均勻） 則差異很大，不過一般而言，純樹皮堆肥的電導度小 < 1 dS/m ，純香菇木屑堆肥的電導度 < 2.8 dS/m ，純金針菇木屑堆肥的電導度 <3.6 dS/m ，牛糞堆肥的電導度可高於 3.5 dS/m ，純豬糞堆肥的電導度大約為 4.0 dS/m 至 4.5 dS/m ，固液分離豬糞堆肥的電導度可低於 2.0 dS/m ，在所有種類的堆肥中，電導度，以純雞糞堆肥最高，可高達 11 dS/m 至 13 dS/m 。

要以電導度的高低來判定堆肥品質的好壞，是沒有意義的事。一般而言電導度低的堆肥，比較適合做為作物的栽培介質使用，電導度高的堆肥則必需先和土壤或其他低電導度的材質（如蛭石，泥炭土等）混合攪拌均勻後，才能當做栽培介質使用。

五、全氮、全磷及全鉀的含量

大致而言，以農作物殘株或廢棄物為堆積材料所製造出來的堆肥，氮、磷及鉀的含量不高，而純禽畜糞堆肥的養分含量較高。堆肥添加其他化學肥料或材質 （例如豆粕粉或肉骨粉等） 的有機複合肥料或雜項有機質肥料，其養分含量遠高過於一般堆肥者。

有機質肥料之施用

一、一般農產加工副產品

1.需在種植前一段時間先施入土壤並犁入土中。

2.不可直接施用在作物根部。

二、伯卡西肥

1.基肥

使用量因作物種類不同而有很大差別，通常都按照各作物的氮素推薦量計算使用，一般每分地用量約 200 - 600 kg，均勻撒施於地面，翻入土中深度約 15 – 20 cm ，不必太深，或條施於植溝後覆土，不必太厚，約經過 7 – 14 天即可種植幼苗或播種。

2.幼樹追肥

定植 7 天以後即可使用，一般用量每分地 40 - 60 kg ，撒佈於幼株周圍，距離主幹約 10 cm ，施肥帶寬 15 – 20 cm ，輕輕覆土就可。

3.壯老年或病弱樹追肥

用量減半，但次數增加，視新芽生長情形而定，應施放於根部生長旺盛部位，距離主幹約 50 – 100 cm 。

三、有機液肥

1.氮質液肥使用法

適於各種作物生長長初中期使用以促進營養生長或果實生長，也可於果樹採收後做裡肥使用，噴葉用 100 倍（先過濾），灌土者不必過濾，接加水稀釋 30 – 50 倍後以馬達抽取灌施。

2.磷質液肥使用法

適於氮素過多之作物。 2 – 4 個月間長期陰雨，日照少，或因氮素太多而花芽分化不良之果樹或果菜類，每間隔 4 - 5 日連續噴施或灌施於土壤二次以上。結果中後期灌施於土壤以提高果實糖度。噴葉

用 100 倍（先過濾），灌土用 30－50 倍。

3.低氮磷質液肥使用法

適於養分不太夠之果樹或果菜類結果中後期使用，以促進果實生長並提高糖度。噴葉用 100 倍（先過濾），灌土用 30－50 倍。

四、堆肥

1.施用量

（1）牧草及草皮

一般而言可以大量地施用家畜、家禽糞堆肥，因草皮及飼料作物較耐高濃度養分，但過量的施用可能造成作物體內有大量 NO_3^- 生成。每公頃較適合施用量，牛糞堆肥為 30 - 40 噸，豬糞堆肥為 20－30 噸或家禽糞堆肥為 5 噸。

（2）水田

每公頃較適合施用量，牛糞堆肥 15 噸，豬糞堆肥 10 噸或家禽糞 2 噸。

（3）蔬菜

堆肥施用於蔬菜田是很重要的，因為施用後，可以維護蔬菜田土壤的化學、物理及生物性質，而促使蔬菜產量高與品質良好。需要肥料量較低的蔬菜如馬鈴薯、菠菜、紅蘿蔔，每公頃施用牛糞或豬糞堆肥 10 至 15 噸或家禽糞堆肥 2 噸。需要肥料量較中等的蔬菜如甘藍、萵苣、番茄，每公頃施用牛糞、豬糞堆肥 15－20 噸或家禽糞堆肥 2－3 噸。需要肥料高的蔬菜如胡瓜、甜辣椒 （green pepper），每公頃施用牛糞、豬糞堆肥 25－35 噸、家禽糞堆肥 4－5 噸。

（4）旱作

玉米、高梁、蕃藷，每公頃施用牛糞或豬糞堆肥 10 – 20 噸，家禽糞堆肥 2 – 3 噸。茶園，每公頃施用牛糞或豬糞堆肥 20 – 25 噸，家禽糞 4 噸。菸葉，每公頃施用 15 – 20 噸牛糞或豬糞堆肥，3 噸家禽堆肥。

（5）果樹

每公頃施用牛糞、豬糞堆肥 8 – 12 噸或家禽糞肥 4 – 5 噸。

（6）花卉

每公頃施用牛糞或豬糞堆肥 10 – 20 噸，家禽糞肥 5 – 6 噸。

（7）施用牛糞或豬糞堆肥

需要考慮存在於堆肥中的重金屬例如銅的含量，然後酌量使用，最好購買有登記註冊且標示肥分牌有機質肥料。

2.施用方法

（1）撒放（broadcasting）

草皮與草地以此方式施肥。

（2）撒施後犁入土壤（broadcasting and plowing under）

在播種或種植前，將堆肥撒施後馬上犁入土壤中，短期作物、某些一年生作物可採用此種方法。

（3）溝施（furrow application）

長期作物如甘蔗與馬鈴薯適用此法。開條溝於作物旁邊、施入堆肥及覆土。

（4）堆施（hill application）

將堆肥大量堆置於果樹或香蕉的旁邊。

（5）穴施（hole or pit application）

將堆肥和土壤混合後施入穴中，此法常適用於果樹幼苗栽種

時。

（6） 環施（ditch application）

於果樹周圍環狀開淺溝，然後將堆肥施入及覆土。

五、有機質肥料施用需掌握之訣竅：

（一） 栽作物作物種類的選定及養分吸收特性瞭解。

（二） 耕地土壤的瞭解。

（三） 選擇肥料種類的瞭解。

（四） 及調配合適有機質肥料。

（五） 合理的施用量。

（六）施肥位置及施肥方法。

結　語

消費者在購買堆肥時，若要知道堆肥的品質，則可以參考上述的資料，來加以判定。但先決條件是堆肥產商應該在每種產品堆肥的包裝袋或廣告說明書上，詳細且誠實的敘述產品的性狀及成分，好讓堆肥消費者來判定所購買堆肥品質的好壞，以選擇符合自己需要的堆肥。

果樹之覆蓋綠肥作物的種類與利用

張金城

行政院農業委員會農糧署

綠肥之定義

綠肥乃是將物種植於田間空地，生長一段時間後將其植體併入土壤中以改善土壤中物理性、化學性，就此目的而栽培作物稱為綠肥作物。所謂「田間空地」乃指田間土壤休閒時，前期作物採收後，下一期作物尚未植時田間空閒之土地，亦可指於作物行間之空地，例如在茶園、果園行間較寬之空地種植綠肥。通常於綠肥結莢開花前將新鮮幼嫩植株刈除直接掩埋入土壤中，或配合耕作方式覆蓋地表一段時間，於深耕作業時再將枝葉殘體埋入土壤中。

種植綠肥作物可提供許多好處，最重要的是增加作物產量，改善作物品質，抑制雜草生長，病蟲害防治，增加土壤養分，維持或提高土壤中有機質含量，避免土壤表面受雨水沖刷，或滲漏，營養分流失，可達減少化學肥料之使用及維護農業環境和諧。

綠肥的種類

(一)植物學上的分類

1. 豆科綠肥：為主要之綠肥作物，如田菁、太陽麻、紫雲英、苕子、埃及三葉草、虎爪豆、羽扇豆及大豆類等。其根部有根瘤菌共生，能固定空氣中的游離氮素，供農作生產利用，為廉價且無污染之氮肥來源。
2. 十字花科綠肥：如油菜、大菜、蘿蔔等。

3. 禾本科綠肥：黑麥草、看麥娘等，一般兼作飼料用。

4. 蓼科綠肥：蕎麥等。

(二)生長季節及特性上分類：

夏季綠肥：田菁、太陽麻等。

冬季綠肥：油菜、埃及三葉草、苕子、大菜、紫雲英、羽扇豆、蕎麥等。

休耕綠肥：一、二期作休耕田種植之綠肥，如田菁、太陽麻、紫雲英、埃及三葉草、苕子、大菜、虎爪豆、大豆類等。

水生綠肥：滿江紅等。

間作綠肥：果園間作埃及三葉草、苕子、大豆類等、茶園間作羽扇豆(魯冰)。

綠肥在農業生產的作用

(一)綠肥在農業生態系統中的作用

1. 豆科綠肥之生物固氮為重要氮素的來源：氮素為重要肥料，但化肥之生產需耗費大量能源，生產一噸合成氨，約需要消耗1000萬大卡能量。而生物固氮為直接利用太陽能以固定空氣中的游離氮素，既省能源又具環保效益。

2. 提高土壤中磷、鉀等礦物養分之有效性：綠肥作物根系發達可深入土中，又能分解有機酸，將土壤中作物根系不能直接吸收的難溶性磷等養分釋放出來，或把深層養分集存到表層土壤中，供作物利用。

3. 改善土壤理化性：綠肥作物增加大量新鮮有機物質及有效養分，改善土壤孔隙度、通氣性、透水性，增加土壤緩衝力。

4. 增加土壤微生物活動：提供微生物的營養及能量，平衡微生物族群，避免病原菌大量繁殖，可增加植物抗病力，並

有助於養分水分之吸收，促進有毒物質之分解。

5. 淨化環境與防止污染、綠美化田園景觀，並防止水土流失。

(二)提高農作物產量與品質：

如滿江紅為大陸江浙一帶水稻綠肥，當期作既能增產18.6%。後作之效益，依台南區農業改良場之長期試驗研究，以五種輪作方式：水稻 大豆 玉米，水稻 田菁 玉米，大豆 水稻 玉米，高粱 宿根高粱 玉米，高粱 大豆 玉米，後作玉米之收量均以田菁綠肥後之玉米產量最高。總收益而言，以水稻 水稻為100，水稻 田菁 玉米為139。

據台中區農業改良場於1998年起連續三年示範對椪柑、梨、茂谷、桃、葡萄及甜柿等果園進行草生栽培，其結果顯示，椪柑果實糖度提升1.0~2.2 ^{O}Brix、茂谷柑為0.4~1.1 ^{O}Brix及富有甜柿提升3.4 ^{O}Brix糖度。

(三)飼料利用價值：

利用綠肥飼養牲畜，先把綠色體中的醣類、脂肪、維生素、蛋白質及礦物質等經動物的消化而轉化為人類能利用之畜產品如肉、蛋、乳等，再以畜糞回到農田，比直接壓青作綠肥更經濟合理。

(四)其他農村副業：

許多綠肥作物也是良好的蜜源植物，如油菜、苕子、埃及三葉草、紫雲英等均為重要蜜源植物，推廣綠肥兼具發展養峰農村副業。

果樹覆蓋綠肥作物的利用

台灣果園栽培面積廣達 22 萬多公頃，生產區域涵蓋平地、坡地及高地，果樹多屬多年生，生育初期的管理，除了施肥、灌溉、病蟲害防治及整枝疏果作業外，最主要為果園的雜草管理。由於果樹生育初期的樹

相及群落密度因無法覆蓋整個地面空間，雜草易滋生與果樹競爭空間，在果樹幼苗期至成樹期間，必需經常除草以免影響果樹發育。果園雜草的管理，國內慣用採行方法包括使用殺草劑、人工除草、覆蓋塑膠布、有機材料或進行草皮的修剪。使用殺草劑效果雖然快速省工，不僅影響果樹的品質，易造成土壤及環境污染，且使用不當殘留的殺草劑易隨著雨水污染地表及地下水資源，危害人體健康及生態環境。

近來果園覆蓋用地被植物的栽培利用，漸漸被受重視，推廣覆蓋作物包括原生禾草類的選留及多年生豆科作物。原生草類就地利用係一項新的創舉，它沒有環境適應性不良的問題，由果農就果園中篩選適合的覆蓋性佳原生草類留下，然後去除其它不適合雜草，建立與果樹共生關係，此方法可減少使用殺草劑，另因有地被植物覆蓋減少表土裸露的缺點，可保持土壤溼潤。唯推廣原生草類地被植物需要有專業知識與經驗，去分辨選留適合草類，且需長時間管理果園。

多年生豆科綠肥可兼作覆土作物，不僅增進土壤中有機物的含氮量，改良土壤的物理性及化學性，防止沖蝕、保持土壤水分、增加土壤有機質含量、降低土壤密實性、減少化學肥料用量，抑制果園雜草滋生等功能。而深根豆草亦可將心土養分移運於表土，可供果樹生長吸收。覆蓋作物在果園草生栽培能否推展，牽涉到幾個方面的問題條件，包括栽培是否省工、成活率、覆蓋厚度、病蟲害、覆蓋期長短、掩施問題及國內大量採種的可行性等。據台中區農業改良場於 1998 年起連續三年示範，在台中縣新社、東勢、和平、豐原、彰化縣大村鄉及南投縣等地區之椪柑、梨、茂谷、桃、葡萄及甜柿等果園進行草生栽培推廣，利用豆科綠肥坐物如苕子、多年生花生、埃及三葉草及青皮豆等作物種植，長期種植綠肥覆蓋後果園土壤 pH 值略增加 0.6~1.01 單位及土壤有機質累積增加 2.9~33.2 g/kg 含量，降低土壤密度約 0.12~0.5 g/cm^3 使土壤疏鬆，有助果樹根群伸展。品質以椪柑果實糖度提升 1.0~2.2 ^{O}Brix、茂谷柑為 0.4~1.1 ^{O}Brix 及富有甜柿提升 3.4 ^{O}Brix 糖度，果實品質提升改善，有助

市場競爭力。

果樹之覆蓋綠肥作物的種類

近年來國內示範推廣果園覆蓋綠肥作物種類包含大豆台南六號、埃及三葉草、苕子、多年生花生等，茲簡介如下：

(一) 大豆台南六號

1.特性

本品種採用雜交育種方法育成，具小粒種子、低矮匍匐、覆蓋速率快、鮮草產量高，生育期 180 天以上之特性，供果園覆蓋栽培。

2.適栽地區：南部地區

3.栽培方法：

播種期：第一期作 2～3 月，第二期作 6 月～7 月。

播種量：綠肥栽培採撒播方式，每公頃種子播種量約 30 公斤。

旱田栽培：於前作收穫後，即行整地，將種子均勻撒播田間後，再行耕耘覆土，或者直接利用機械作畦播種。

水田栽培：於水稻收割前一日將種子均勻撒播田面，翌日收割水稻同時利用收穫機將稻稈細切鋪撒覆蓋種子，可節省整地費用。

4.田間管理：

綠肥栽培播種時農田土壤保持濕潤，才能提高種子出土率，增加田間覆蓋效果，抑制雜草滋生。

台南 6 號種子小，播種後覆土不宜過深，以免幼胚莖及子葉出土阻力大，影響發芽率，理想覆土深度為 2～5 公分。

5.翻犁適期與鮮草量

台南 6 號在豆莢充實期有最高的鮮、乾草產量及植體養分含量，因此作為綠肥的最佳掩埋期為植株豆莢充實期。

(二)埃及三葉草

1.特性

埃及三葉草為豆科一年生草本植物，屬溫帶型作物，性喜冷涼氣候，不耐霜亦不耐熱，雨水充足地區之砂壤土生長最佳，耐鹽性高，濱海地區亦可生長，耐蔭性強，可為果園下之覆蓋綠肥。

2.適栽地區：北、中部、嘉南地區、東部

3.栽培方法

播種期：第一期作 2 月上旬至 2 月下旬。秋冬裡作 10 月中旬至 12 月上旬。播種量：撒播每公頃 10～15 公斤。

播種方法：水田採不整地栽培，旱田或果園則以整地栽培為主。

整地栽培：當田區積水排除土壤濕潤時即行整地，整地後撒播隨即淺耕即可。

不整地栽培：水稻收穫前 1～2 天撒播於稻株行間，水稻收穫時將切割的稻桿鋪蓋田區隨即灌溉排水即可。

4.田間管理：埃及三葉草對水份需求較嚴格，乾旱地區每隔 1～2 週灌溉 1 次，雨水多地區則應注意排水。初期生長可酌施氮肥以促進發育。第一次栽培地區種子應接種根瘤菌劑再行播種。

5.翻犁適期與鮮草量

當植株達開花期時即可翻犁，為使充分腐熟，至遲應於後作播種前 15 天翻犁，每公頃鮮草量可達 20～30 公噸。

(三)苕子

1.特性

苕子為越冬一年生蔓性豆科植物，適應性強，能適應各種土壤，台灣自台南以北及海拔 1500 公尺以下之山地均能生長，可為坡地果園下之覆蓋綠肥。

2.適栽地區：北、中部、嘉南地區

3.栽培方法

播種期：第一期作2月上旬至2月中旬。秋冬裡作10月至12月。

播種量：撒播每公頃15～20公斤，條播（行距1公尺）10～15公斤。

播種方法：水田採不整地栽培，旱田或果園則以整地栽培為主。

整地栽培：當田區積水排除土壤濕潤即行整地，整地後撒播隨即淺耕即可。不整地栽培：水稻收穫前1～2天撒播於稻株行間，水稻收穫時將切割的稻桿鋪蓋田區隨即灌溉排水即可。

4.田間管理：播種前施用過磷酸鈣為基肥可促進根瘤生長，第1次栽培地區種子須行根腐菌接種，目前尚無接種劑源，可利用已生長良好之苕子田土或種蠶豆、豌豆之田土為接種源混合種子撒種。初期生長可酌施氮肥以促進發育，低窪地區應注意排水。

5.翻犁適期與鮮草量

當植株達開花期時即可翻犁，為使充分腐熟，至遲應於後作播種前15天翻犁，每公頃鮮草量可達25～30公噸。

(四)多年生花生

1.特性：由台大試驗農場提供種源，因種子發芽率很低，採用扦插種植，生育期耐旱、耐踏，逕蔓濃密，適合果園草生栽培。

2.適栽地區：北、中、南、地區

3.栽培方法

播種期：5月至8月

播種量：扦插苗長15～20公分左右，行距15～25公分，間距10～15公分公斤，每穴植約3～4植插苗。

播種方法：採扦插種植。

4.田間管理：生育期需充分灌溉以提高扦插成活率，並加強雜草拔除，減少雜草競爭，加速地表覆蓋。。

5.鮮草量

每公頃鮮草量可達15～20公噸。

結　語

綠肥作物兼顧農業生產及地力維護，為農田地力之維持最經濟有效措施之一，休耕農地為維持可耕作性亦以種植綠肥最具效益，果園推廣草生栽培，種植豆科綠肥作物，具有覆蓋果園地被效果、防止沖蝕、保持土壤水分、增加土壤有機質含量、降低土壤密實性、減少化學肥料用量，抑制果園雜草滋生，省去除草工資及減少殺草劑之使用次數等功能，並可達果園合理化施肥之效果，因此，綠肥之利用為永續農業經營管理之尖兵利器。

高屏地區農業概況與展望

黃賢良

高雄區農業改良場

高雄區農業概況

高雄區農業改良場位於台灣南部，業務轄區範圍涵蓋屏東、高雄、澎湖等縣市，本場轄區土地面積共計 569,512 公頃，其中平原面積 171,125 公頃，佔 30.05%；山坡地 152,059 公頃，佔 26.70%；山地 246,328 公頃，佔 43.25%。就耕地面積而言，轄區現有耕地面積為 13 萬 2 千多公頃，土壤性質大多屬於黏板岩沖積土。其中水田佔耕地面積之 41.67%，約為 55,744 公頃；旱田 78,041 公頃，則佔耕地面積之 58.33%。本場轄區農業總戶數為 10 萬 8 千多戶，佔全國總農業戶數之 13.9%，農業從業人口約為 54 萬 2 千多人，佔全國總農業人口數之 14.64%。轄區之氣候環境，夏季炎熱高溫多濕，冬季溫暖乾旱。依據氣象調查資料顯示，全年溫度最高之月份集中於 6 至 9 月，而冬季平均溫度約為 20℃，因此藉由季節特性進行產期調節生產高價值之經濟作物。全年降雨量約為 2410.7 公釐，雨季主要集中於 5 至 9 月，其餘月份降雨減少較為乾旱。轄區之主要作物，包含水稻、毛豆、紅豆、洋蔥及其他蔬菜等。此外，尚有芒果、蓮霧、荔枝、鳳梨、番石榴、龍眼、木瓜、印度棗等重要熱帶果樹及薑花、玫瑰、蝴蝶蘭、文心蘭等花卉作物。

表一：高雄場轄區重要作物栽培面積概況

	水稻	毛豆	紅豆	芒果	荔枝	蓮霧	鳳梨	印度棗	番石榴	木瓜
高雄縣	8024	525	388	2330	3344	597	1575	692	3041	643
屏東縣	8609	1780	3487	8079	665	6515	2750	841	362	1136
澎湖縣									11	
總計	16633	2305	3875	10409	4009	7112	4325	1533	3414	1779

資料來源：民國 91 年農業統計年報

高雄場作物新品種研發成果簡介

水稻：米飯是國人傳統主食，創新良質米研發，為本場主要研究重點。本場新近育成高雄 145 號和高雄秈糯 8 號水稻新品種，高雄 145 號米質與日本優質米品種「越光」相當，高雄秈糯 8 號適合點心、米糕及粽子等副食品製作。高雄 145 號具優良株型，產量高、穩定性佳及適應性廣，適合兩期作水稻栽培地區栽培。該品種白米心腹白率低，蛋白質含量低，食味品質佳，耐貯藏性。高雄秈糯 8 號具有豐產、質優及抗逆境等特性，產量高且穩定，一期作產量比較臺中秈糯 1 號增產 5.4%，第二期作更可增產 19.3%。稻熱病抵抗性佳及氮肥施用效率，亦遠較臺中秈糯 1 號佳，值得農友參考。近年來本場積極輔導「美農米」成為重要良質米品牌，並在全國冠軍米比賽中獲得第二名。為進一步提昇這些良質米產區的稻米品質，將推廣以高雄 145 號做為良質米生產區的推廣品種，成為國內優質米生產的重要栽培品種，提供消費者優質米飯品種。

毛豆：毛豆為台灣農產品外銷最大宗的作物，為因應 WTO 對台灣農業的衝擊，本場新育成適宜冬季栽培之毛豆高雄八號，可延長國產毛豆供應期，降低生產及加工成本，維持毛豆產業之國際市場競爭力。高雄 8 號，商品名「冬蜜」，該品種具有 (1)冬作耐冷性強且合格莢產量高；(2)鮮莢果大且莢色綠；(3)合格莢率高且單株三粒莢數多；(4)根腐病及白粉病田間發生較輕；(5)適合機械採收；(6)籽粒含有豐富異黃酮類含量，具有保健作用；(7)外觀品質及食味口感佳等特性。可取代目前高雄 2 號，成為冬季鮮莢生鮮冷藏及冷凍加工外銷主要品種，並延長毛豆加工廠全年作業期間至 5－5.5 個月，降低生產及加工成本。

紅豆：紅豆為高、屏地區秋冬裡作重要經濟作物，栽培面積約 3,875 公頃，為因應進口紅豆造成的衝擊，本場紅豆改良工作主要以提高品質及採用機械化栽培，提昇市場競爭力。目前最新的紅豆品種高雄八號，商品名稱「紅蜜」，具有 (1)產量高穩定性佳；(2)種粒鮮紅，種皮薄，硬粒少，

適合加工製餡；(3)田間對白粉病及豆花薊馬較有耐性，可節省防治成本；(4)成熟期落葉性一致，不需使用落葉劑，適合於機械採收等特性。以曳引機附掛真空播種機，一次完成開溝、作畦、播種等作業，並配合氣輔桿式噴藥車進行除草劑及病蟲害防治，再以豆類聯合收穫機採收。此種機械化一貫栽培作業方式，可較一般慣行法減少噴藥次數，提高產量每公頃約 292 公斤，收益每公頃增加 13,432 元。

印度棗：印度棗為台灣南部重要熱帶水果，果實甜脆多汁，富含維生素 C、B1、B2 及鉀、鈣、鎂、磷等離子，尤其維生素 C 含量每百公克高達 70 毫克，是極具營養價值的優質水果，享有"台灣蘋果"美譽。目前栽培面積約 2,000 公頃，年產值約 20 億元。產區集中於高雄縣、屏東縣、台南縣及嘉義縣。棗子實生苗變異很大，且幼年性短，播種後第 2 年即可結果。因此歷年來由農民及農政單位選育的品種眾多，栽培品種之更替速度快速。自民國八十年以後，高朗 1 號、高朗 2 號、蜜棗、翠蜜棗、天蜜棗、高朗 3 號、高雄 2 號等品種陸續推出，各具特色。上述品種果實大或產量高，但具糖度低及肉質鬆軟等缺點；目前國內最主要的栽培品種蜜棗，糖度雖高於其他品種，但蜜棗在 12 月以前生產的果實糖度及口感普遍較差。因此為提高棗子的產量與品質，本場新育成品種高雄 3 號，商品為「黃金蜜棗」。此品種產期在 12 月至隔年 3 月，果皮呈金黃色，平均果重平約 100 公克，平均糖度達 13－16 ^{o}Brix，肉質甜脆、細緻、多汁，適口性極佳。

花卉：薑花為台灣夏季重要切花，其花瓣外型優美狀似蝴蝶，又稱蝴蝶薑。屏東地區為薑花主要產區。本場於 93 年育成薑花高雄六號及高雄七號，具彩色和香氣等特性，提供消費者多元的選擇。薑花高雄 6 號商品名為「清秀佳人」，其花瓣為粉白黃心、具香氣、花穗密集，生長勢強，植株分櫱性強，病蟲害罹病率低，花穗長 18-24 公分，花序密集，苞片數 18-24 片，花朵大小 9.0-9.5 公分。始花期較本地種提早約三週，產量提高約 5%。薑花高雄 7 號，商品名為「香妃」，其花色白花黃心、香氣濃郁，

生長勢中等，株高為 83-116 公分，植株分蘗性強，花穗長 14-16 公分，苞片數 20-24 片，花朵大小 10.3-10.8 公。始花期較本地種提早約一個月，開花期長且分散。兩品種均可分散花農採收的勞力，也能讓消費者有更長的購買期。薑花高雄六號花色為粉白黃心，高雄七號花色為白花黃心，與本地種的白花白心顏色不同，可豐富薑花的外貌，且其香氣濃郁，符合家庭用切花及祭祀花卉。

嘉寶瓜：嘉寶瓜為臺灣早期西瓜品種之一，目前僅澎湖縣有經濟栽培。其橙色果肉因質脆及特殊風味，深受消費者及觀光客的青睞，已成為澎湖地區高經濟價值且具地方特色之農特產品。高雄場育成雜交黃皮嘉寶瓜新品種「澎湖五號」，商業名稱「黃嘉寶」，該品種具有 (1)雜種優勢、生長勢強、產量高，(2)果型優美、果皮亮麗，(3)品質優良、栽培容易等特點。除了產量與品質優良之外，新品種與澎湖傳統嘉寶瓜最大的不同之處，在於葉片與果實的顏色表現，此品種綠色深裂的葉片上具有明顯的黃色斑點，葉柄與果實亦為黃色，黃色果實上搭配深 綠顏色之果柄與果蒂，顯現出新品種亮麗的外觀，將深深吸引消費者的目光。

茄子：一代雜交品種茄子紫娘－高雄 2 號，果形長直，果皮為亮麗深紫色，外觀品質甚佳，耐熱性強，產量與良果率高等諸多優良特性，深受農戶及消費者喜愛。茄子主要栽培品種在南部地區為屏東長茄，中部地區為麻芝長茄。二者均有其優缺點，前者具豐產、耐寒及果型長直等優良特性，但耐熱性差、高溫果實著色不良及不抗病蟲害；後者品質優，耐熱性強，但低溫著果率低、果型易彎曲、亦不抗病蟲害。高雄 2 號有果形長直，果皮為亮麗深紫色，外觀品質佳，耐熱性與雜種優勢強，早期產量、總產量與良果率均高，青枯病中等抗性及貯藏性佳等優良特性。在南部地區平均產量為 55.1 公噸/公頃，較對照品種屏東長茄增產 18.5%，中部地區平均產量為 37.9 公噸/公頃，比對照品種麻芝長茄增產 29.8% 。

高雄場作物生產技術研發成果簡介

荔枝疏花技術：台灣地區荔枝栽培面積約 12,000 公頃，栽培品種有黑葉、玉荷包、糯米滋、三月紅、楠西早生及桂味等。高屏地區受到氣候的影響，中晚熟品種開花率普遍下降，因此早熟品種玉荷包荔枝在南部地區逐漸被推廣種植，高屏地區栽培面積佔 30-40% 。玉荷包荔枝果實大、肉質多、種子小、糖度高、產期早等優點；但同時有著果性差、產量不穩定等問題。因此本場極力改進玉荷包荔枝栽培管理技術，尋求適當的疏花時間及部位，提高玉荷包荔枝結果率。研究發現，花穗發育至第 1 朵小花即將開放時，或待偏雌花開放時進行疏花者，平均著果率均較不剪花或偏雌花開放後 1 週才疏花者高。疏花的部位以留基部的小花穗最佳，由此結果顯示，疏花與否、時間及部位對玉荷包荔枝結果影響大，可作為栽培管理上的參考。

新型專利長效誘殺器：南部地區由於氣候溫和，種植之各種熱帶果樹種類及數量佔全台之大宗，也使得果實蠅為害問題日趨嚴重，棲群密度高居全台之冠。俗稱"蜂仔"的東方果實蠅長久以來一直是台灣果樹首要害蟲，每年對鮮果產業所造成之損失估算超過四十億元。為改善南部地區果實蠅防治效果，本場已研發田間持效性可達四個月以上之「長效型誘殺器」，新開發之誘殺器可搭配農委會免費提供之誘殺劑使用，兼具方便田間操作組裝及適合田間長期使用之功能與特性，目前已量產成型，廣泛推廣田間防治應用。

白殭菌防治黃椰子象鼻蟲：黃椰子為台灣重要觀賞植物之一，多用於行道樹、庭園樹、盆栽及切葉用。由於葉材需求量增多，因此栽培面積也逐年增加，為高屏地區重要葉材類作物。栽培面積增加受病蟲害感染機會也愈大，尤其是亞洲棕櫚象鼻蟲，農民如疏於防治，危害園區而導致廢園、燒燬。亞洲棕櫚象鼻蟲鑽入植株內而很難利用化學藥劑或物理方法防治。本場研發蟲生白殭菌防治黃椰子象鼻蟲，應用於田間防治效果良好。且利用生物性農藥替代傳統化學農藥，為時勢所趨，而白殭菌也具有環保無污

染之特性，為相當好的生物防治資材，值得推薦給切葉用棕櫚科之栽培農戶使用。經試驗顯示以 108conidia/ml 孢子濃度接種於棕櫚象鼻蟲成蟲上其死亡率可達 100% 。且在試驗中發現，從感染死亡之象鼻蟲成蟲體上平均可產出 1.75x109 個白殭菌孢子，如能利用太空包大量感染培養，產生更多之白殭菌孢子，作為生物防治資材，不僅能提高防治效果也能兼顧環保。

果園草生栽培：農民為預防田間雜草滋生，往往施用大量除草藥劑，不但增加生產成本，也造成環境污染。為改善此一問題，本場提出「草生栽培」觀念，希望農友能讓作物與草和平共存，減少施用藥劑的成本，也可以生產更為安全環保的農產品。果園植株間讓原生雜草生長，或種植非原生草類、綠肥等而加以管理者，稱為「果園草生栽培」。與一般使用殺草劑除淨果園雜草的經營方式完全不同，使果園經營安全環保，利於觀光休閒果園的經營。經試驗證明，草生有涵養水分及調節蒸散功能，可減少灌溉次數省水、省工；豪雨時，水入滲減少、逕流增加、死亡根之根孔加大滲漏量，及草生擴大其蒸散，避免根系因浸水受害。由於果園施用氮肥甚多，因其易淋失，利用草生截留硝酸態等養分，不但保肥亦能降低水體污染；此外，草生還能造就優良之土壤條件，有利果樹生長，因其生質量是增加土壤有機質之重要來源，而有機質促進團粒形成和孔隙度，提供微生物所需之碳、氮等而活化土壤微生物性。減少土壤中鈣、鎂等鹽基之淋失，有緩和土壤酸化之功能。

高雄區農業展望

我國加入 WTO 之後，政府為免除市場預期心理而影響國內糧價，採取一系列的因應措施，例如獎勵調降稻作生產面積；收穫稻穀計畫、輔導收購外，市場低迷時進場進行餘糧收購；另外，倘若市價低於直接生產成本 15.2 元/公斤時，啟動現金救助措施，以減少稻農的損失。爾後台灣稻米生產將面臨嚴峻的挑戰，為強化國產稻米在市場上的競爭力，本場除加速培育優良水稻品種外，亦將積極輔導良質米生產。同時輔導轄區內毛豆

生產，降低生產成本，引進大型農機，配合採收機，進行毛豆大農場機械化生產技術研發，期以降低生產成本。同時積極進行熱帶水果新品種選育及生產技術改進，以增加農家收益。為使轄區農民重視農藥安全，以維護作物及環境生態的安全，教導農民正確用藥，避免農藥超量殘留以保障消費大眾健康。並灌輸消費者，農藥使用得當、無安全顧慮之觀念，進而宣導具有政府認證的安全用藥品牌蔬果吉園圃標章農產品。為擴大研究成果之宣導並提供農民全天候服務，本場將持續建立網際網路各項農業相關網路服務資源，包括 BBS、News、WWW、山地農村廣播教學節目、農業電子報及諮詢服務電子信箱等，便利農友資料查詢與問題探討。

農產品開放進口的壓力逐年增大，對於國內農產品之產業結構，發生重大的衝擊。生產成本偏高或是生產力較弱的產業必須調整或轉型，而具競爭力強之農產品則需積極發展，拓展外銷，以確保產業持續發展，並提昇台灣農業生產與世貿組織各會員國間之競爭力。由於早期農業貿易環境相顯閉塞，外銷導向之供貨結構付之闕如，加以農民生產囿於小農規模，缺乏農產品外銷經驗，故長期以來未能建立自有外銷品牌，以致我國輸出之農產品不易擴大市場規模。熱帶果品之蓮霧、鳳梨、番石榴、木瓜、芒果、檸檬等被視為最具競爭力之重要經濟果樹，針對上述作物積極輔導策略聯盟的運作，期望整合區域產業發展，擴大市場規模。例如台灣蓮霧果實脆甜多汁口感佳，深受消費者喜好，由於產期調節及生產技術的提昇，加上農民致力於精品蓮霧的產出，並積極拓展外銷市場，使得「台灣蓮霧」享譽全球。貿易自由化之推展下，國際貿易環境迭有變遷，加以網路科技的發達，貿易機會增加，即時掌握國外市場資訊變化，加強國際行銷，將是開拓熱帶水果產業之必備條件。美、澳等農業生產大國，就農業商業化之利基下，積極促銷該國具競爭力之農產品，培養規模強大的外銷產業，並在全球市場占有一席之地，因此在國際貿易競爭日趨嚴苛之前題下，農政機關與產業協會將協助各類農產業加強辦理品牌行銷，改進品種特性，提高生產管理效率，統合外銷業務，積極促銷本國具特色之"國寶級"農產品，達到全球行銷之目的。

結　論

本場為全國最早成立的農業改良場，創立於民國前9年，迄今滿百歲。全體同仁戮力於農業研究工作，歷久彌新，不斷成長茁壯，無論是品種之育成，或是栽培技術之改進，成果輝煌。目前為順應國際經貿自由化之發展趨勢，本場將衡酌整體經濟與農業發展需要，配合政府改造與國家發展重點計畫，擬訂研究方向，以強化糧食安全、產業發展、農民福利、農村建設、生態保育及對外農業合作等事務為工作重點，致力發展優質、安全、休閒、環保的現代化農業，以提高全民生活品質，亦期盼全體農友共同為新世紀農業生產，齊心奮鬥，開創優質農業環境。

印度棗合理施肥技術

林景和
行政院農業委員會高雄區農業改良場

前　言

農民一般施肥以施用肥料三要素為主，其他要素常根據土壤和作物特性或以土壤測定與葉片營養診斷結果調整施用，印度棗屬熱帶果樹適合高屏兩地之氣候，目前主要產地之土壤質地以砂礫土、砂壤土和壤砂土等為多，許多棗園土壤酸鹼度低於 5.5，屬於強酸性土壤，造成鈣與鎂營養要素缺乏影響品質，須施用含鈣鎂資材，補充鈣鎂和調整土壤酸鹼度至微酸性（6.0-6.5），以利各種養分平衡吸收。至於化肥三要素之適當施肥量，最好在個自的棗園進行試驗決定之，以避免因土壤及氣候等差異造成不當施肥，如設三要素各級用量試驗，求得高產與高品質下的適當經濟施肥量。但若每棗園都要辦理肥料試驗，相當浪費人力與物力，本場根據多年田間調查與試驗結果，已擬定在一般土壤肥力條件下的施肥推薦量與方法等，輔導棗農合理化施肥，提升棗果產量與品質。

一、三要素推薦量（克/株/年）

印度棗施肥之化學肥料三要素推薦量與分配率如表一：

表一、印度棗施肥之化學肥料三要素推薦量與各生育期之肥料分配率

肥料別	氮肥			磷肥			鉀肥		
	分配%	氮素	硫銨	分配%	磷酐	過磷酸鈣	分配%	氧化鉀	氯化鉀
基肥期(4-6 月)	30	165	786	50	200	1111	30	300	500
盛花期	45	248	1181	50	200	1111	50	500	833
結果期	25	137	652	--	--	--	20	200	333
合計	100	**550**	2619	100	**400**	2222	100	**1000**	1666

表註：

1.本表所列化學肥料三要素推薦量需配合於基肥期施用台肥 1 號有機質肥料 2000 公斤/分地， 或牛糞堆肥 4000 公斤/分地，惟需注意排水不良之棗園要減量，而排水良好者如石礫地則可酌加。

2.盛花期和結果期之肥料量宜視土壤質地分次施用，粗質地者如砂礫土或砂壤土等宜分 3 次施用，中至細質地如壤、黏土則分 2 次施用

3.所列化學肥料三要素推薦量就其比例目前尚無適當之台肥複合肥料可推薦。

二、施肥方法

1.基肥期：開溝後先施入全量有機質肥料，再施下磷肥後覆土，以改善土壤理化性及減少磷肥固定提高肥效；基肥期之氮素和鉀素二種化肥和苦土要素（強酸性土壤者施用），於樹冠下撒施後淺耕與土混合，供早期印度棗之養分吸收，及鈣、鎂早期吸收與貯存。此期若能同時施用粕類（如蓖麻粕 40 公斤/分地）與化學肥料拌合淺耕混土則有延後施用追肥之效。

2.盛花期和結果期之追肥亦採撒施，施在樹冠下後淺耕與土混合。

三、注意事項

1.印度棗常有缺鎂和缺硼問題，通常土壤有效性鎂低於 150 mg kg^{-1}，或當葉片鎂含量低於 0.25%，印度棗有缺鎂之虞，此時酸性土每分地施用 40-60 kg 苦土要素（MgO 含 20%），而石灰質土壤或近中性土壤則可施用硫酸鎂 20-30 kg，或於開花至結果期間，約每隔 2 週以氧化鎂 800-1000 倍噴施葉面補充改善，但缺鎂有時非因土壤鎂含量低，而是因氮、磷、鉀及鈣等施用不當引起要素間失衡或拮抗所致，此時補充鎂肥則非唯一改善方法，如調整其它要素之施用亦可改善；其次對缺硼問題，可將硼砂 0.5-1.0 公斤/分地加入基肥期之三要素肥料一起施用，或於開花至幼果期間每隔 2 週葉面噴施 500 倍硼來改善。

2.生育初期（5-8 月）、盛期（8-11 月）及末期（12-1 月）地上部枝、葉及

果在各期間有明顯變化，除施用推薦量肥料外，請及時配合土壤測定與葉片營養診斷結果（9 月底-10 月初），以適時調整肥料施用，由於每年10 月後日照減少時，另建議按月以鉀肥噴施葉片，提高其光合效率。

3.土壤有機質含量低者（＜2%），為提高化肥肥效及減少淋失，每次施用追肥前可配合灌溉，每分地施灌 0.5 公升之 21% 腐植酸。

4.為避免缺硼症，於基肥時，將硼砂 0.5-1.0 公斤/分地和該期化肥混合施用，或於開花至幼果期間，以水溶性硼稀釋 500 倍，每隔 2 週噴施一次，每株 2-3 公升。

荔枝合理施肥技術

林永鴻
行政院農業委員會高雄區農業改良場

前　言

台灣栽培的荔枝品種約有20餘種，目前南部地區以黑葉及玉荷包荔枝為主，中部地區則以黑葉及糯米糍荔枝為主，玉荷包荔枝為早熟品種(五月中旬)，黑葉荔枝為中生品種(六月)，糯米糍荔枝為晚熟品種(七月上旬以後)，各品種皆有其必須克服的主要問題點存在(見表一)。高、屏地區荔枝栽植面積四千餘公頃，約佔全省總栽植面積的34.6%，主要栽培區域分佈在高雄縣的大樹、旗山、內門、美濃以及屏東縣的高樹、恆春、南州等鄉鎮，另外，潮州、枋寮、枋山、萬巒等地區都有零星的栽植面積，以大樹鄉的栽種面積為最大(約2千餘公頃)，當中仍以黑葉品種為大宗，玉荷包則佔約三分之一的面積。樹體營養為影響荔枝生長最大的因素之一，而土壤為供應植體養分最大的來源，土壤養分有效性與土壤本身特性及施肥有很大相關性，例如土壤質地、水分、酸鹼值、施肥方式等，農民在田間管理不當往往會影響到荔枝的生產，例如氮肥施用過量或水分管理不當均有可能影響開花與結果，因此合理化的施肥益形重要。一般影響荔枝生長發育最大的兩個因素是氣候與營養，在氣候因素較難控制的情況下，若能供以優良的營養管理，則能克服氣候環境所造成隔年結果或落果裂果等生產問題，以穩定荔枝之生產。

表一、台灣地區普遍栽培的荔枝品種特性

品種 特性	玉荷包	黑葉	糯米糍
產地	高、屏地區	中、投、彰、嘉、南等	南投地區
產期	五月中旬	六月	七月上旬以後
常發生問題	雄花雌花開花期重疊時間短或錯開，授粉結實率差	抽梢過旺致抽花穗少	除與黑葉、玉荷包有相同問題外，尚有落果、裂果嚴重

土壤性質及營養元素與荔枝生長的關係

土壤的一些基本理化性質往往會影響作物的開花、結果甚至影響品質及產量，植物所需營養元素有碳(C)、氫(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、硫(S)九種大量元素及鐵(Fe)、錳(Mn)、鋅(Zn)、鉬(Mo)、硼(B)、氯(Cl)、銅(Cu)等微量元素，此十六種元素是作物生長所不能或缺，缺一即會有症狀產生，以下將對土壤性質及幾種荔枝特別需要的元素做一說明：

一、強酸性土壤的缺點:

荔枝最適合生長於土壤 pH5.5~6.5 之砂質壤土，台灣酸性農耕地土壤之面積在耕地總面積中佔 65~75%，其中強酸性土壤(pH5.5 以下)的面積約佔總耕地面積的 32%。強酸性土壤磷往往易被固定，而且鈣、鎂、硼容易缺乏以及鉬的有效性易降低，又當土壤漸趨酸化的情況下，一些原本為黏粒組成份的鋁，會溶解進入土壤溶液中而對植物造成毒害，因此藉由改善土壤酸鹼度一方面可增進土壤供應予植體之有效性養分並抑制鋁的毒害，另一方面可節省施肥成本，使玉荷包荔枝各時期所需的養分不虞匱乏。酸性土壤的諸多改良方法中，石灰資材的施用為目前公認的改良酸性土壤之方式，施用方式以 pH 低於 5.0 以下土壤為例，採果後均勻灑施，並需翻土入 0-30 公分，每株約 5-7 公斤。另外有機肥料應施用充足，因為它不但可緩衝造成酸度的氫離子，並且經分解後的溶解性有機質(Dissolved organic matter)可將石灰中不易移動的鈣往底土遷移，以使土壤深層的根亦能吸收到養分，有機質同時含有鈣、鎂、鉀、鈉等鹽基，不但能供應作物養分，並且能增加土壤團粒構造改善土壤排水及通氣性。

二、水分對荔枝的影響：

荔枝開花需有適當的逆境存在，除了低溫為主要影響因子外，土壤乾旱亦是影響荔枝開花的因素之一，乾旱本身對於荔枝開花並非直接影響因子，而是因土壤溶液中溶入較低氮素使得氮素供應減少促進了開

花。一般農民於園區灌溉多憑經驗視土壤乾燥則充分灌溉，但肉眼所見僅及表面淺層，表層乾燥並不代表根系範圍土壤水分境況，若要知道真正土壤水分境況，較科學的方法可以土壤水分張力計埋設於三十公分處觀察根系水分張力。可於荔枝花芽抽出前一個半月採循環式乾旱處澆水後讓土壤水分張力逐漸乾旱至-70~-80 分巴(centibar)再行澆水，若無水分張力計供觀測，則採每週噴灌一次水之方式，直至荔枝開花，開花後至幼果期，水分亦不能給予太多，直至果粒定型後則應逐漸增加土壤水分，最好能保持土壤水分濕潤以免大量落果，因為曾有研究指出著果期土壤太乾引起體內離層酸的形成有導致嚴重落果之虞，因此果實定型後更需注意水分之供應，以防止大量的落果及果實成長後期更應預防水分因強烈乾濕交替而導致的裂果情形。

三、氮、磷、鉀與荔枝營養：

氮乃植物體內蛋白質主要成分，與葉綠素形成有關，因此會影響碳水化合物之生成。磷與作物體內能量的形成有關，作物若缺磷，蛋白質的合成會減少，細胞分裂與增殖受到限制，新器官不能形成，作物的生長發育也就停止，鉀的生理功能則為維持細胞膨壓，促進酵素的活化，促進光合作用和同化產物的輸送等。

過去有許多學者研究，葉片氮素含量若過高，會造成爾後荔枝果實糖度以及產量降低，葉片氮素含量太高亦會抑制鎂的吸收，葉片鉀含量適當有抑制冬梢萌發、促進休眠及開花之作用，磷為促進開花重要元素之一，而鉀對於果實後期糖度的增加有關，因此開花前應注意磷、鉀之施用。為抑制冬梢及促進花花芽形成農民可採鳳試所方式，於環刻後至花芽萌出前葉面噴施磷酸一鉀(400 倍)及微量元素(如福翠農 3000 倍)，每隔十天一次，前後噴施三次。若未環刻處理者，在晚梢抽出尚幼嫩時，利用益收生長素(Ethrel 39.5%) 1200 倍至 1500 倍噴施晚梢葉面，可除去晚梢，促進花芽分化。

四、鈣、鎂與荔枝營養：

鈣為細胞壁的結構成分，並可維持細胞膜的正常功能，對於植物體內的氮代謝有促進作用。荔枝園土壤中鈣含量一般在大於 1200 mg kg^{-1} 為適合，但土壤中若鈣含量過高則會影響其他離子如鉀、鎂、硼等離子之吸收(例如石灰性土壤)。鎂與葉綠素形成、脂肪形成、氮的代謝密切相關，土壤當中鎂的含量通常以大於 200 mg kg^{-1} 為較適合，植物缺鎂時通常在老葉會出現葉肉黃化、葉脈仍保持綠色的情形，農試所曾對中部荔枝所做試驗發現葉片鈣含量與收量呈正相關，美國亦有學者認為，鈣、鎂充足的果園土壤，荔枝生產頗佳。鈣可強化細胞組織，為果皮組織或發育之重要成分。鈣、鎂於果皮中佔有相當大的比例，然而於強酸性土壤中往往鈣、鎂含量過低，因此中部有農民於糯米糍幼果期及中果期噴施鈣鎂質肥料以增強果皮組織預防裂果及落果，噴施濃度以含鈣、鎂各 0.1~0.2%溶液於幼果期噴施葉面，每棵每週噴施 5~8 公升，連續噴施三次。

五、微量元素：

硼在土壤過酸(pH<5.0)或過鹼(pH>7.5)情況下都很容易缺乏，植物缺硼時會使生長點壞死，並造成受精不良及果實發育不良現象，於開花期並容易使花器凋萎壞死或使花粉管減低活力致結實不良，因此若開花期檢測出植體有缺硼(< 25 mg kg^{-1})情形，當應即予補充，然而若葉片硼含量已足夠則不必噴施，否則年年噴施的結果可能會使過多硼累積於土壤，造成根部毒害。鋅除了能促進光合作用外，並能促進吲哚和絲氨酸合成色氨酸，而色氨酸則是吲哚乙酸(IAA)的前身，曾有研究指出，植物體內 IAA 與 ABA(離層酸)互為消長，亦即 IAA 高時會使 ABA 濃度降低(何及孟，1987)，因此在此鋅缺乏是否為影響生長素的形成而影響落果實有待進一步研究，不過為了預防著果初期的強烈落果，仍應先以 SNA 10~20 ppm(5~10 萬倍)或其他預防落果之藥劑為主於幼果形成期予以噴施，再以微量元素(3000~4000 倍)噴施為輔每週一次共兩次噴施葉面，以防止因微量元素缺乏所導致的落果。

荔枝於開花期大量元素大量自枝條移動到葉片，所以大量元素之補充應及早在施禮肥時供應，但是開花前土壤氮素若仍很高，可能會抑制鎂、鉀等元素的吸收，造成抽新梢而開花不良，因此施用禮肥及基肥時應注意肥料種類及施用量，至於不易移動的次量元素及微量元素可於花期及果實發育過程中以葉面噴施補充。過去農試所曾針對中部地區黑葉及糯米糍品種荔枝進行營養診斷及肥培管理試驗，發現該二品種荔枝採樣最適當時機，是在開花期採取花穗下方成熟葉片進行分析，高雄場近兩年對南部地區玉荷包荔枝進行營養診斷試驗，亦有相同情形，亦即以開花期花穗下方成熟葉片為採樣標準，並暫訂營養元素含量標準值為氮:0.79~1.30%，磷:0.09 ~0.18%，鉀:0.35 ~0.73%，鈣:0.57 ~ 1.13%，鎂:0.28 ~ 0.40%，鐵:34.7 ~ 254.3 mg kg^{-1}，錳:182.7~409.3 mg kg^{-1} (表二)。至於土壤理化性質則應於施基肥前採取樹冠週圍表土及底土進行檢驗，果園正常化學性質列於表三。

表二、玉荷包荔枝葉片養分分析值暫訂標準

暫訂標準 養分	範圍
氮(%)	0.79~1.30
磷(%)	0.09~0.18
鉀(%)	0.35~0.73
鈣(%)	0.57~1.13
鎂(%)	0.28~0.40
鐵(mg kg^{-1})	34.7~254.3
錳(mg kg^{-1})	182.7~409.3

表三、玉荷包荔枝果園土壤化學性質暫訂標準

土壤性質	酸鹼度 (pH)	有機質 (%)	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳
			----------------(mg Kg^{-1})				----------------	
暫訂標準*	5.5 │ 7.0	>2.0	>25	80 │ 150	>1200	>200	50 │ 300	20 │ 140

強酸性土壤改良及利用營養診斷補充植體養分範例

於恆春及春日試區採取玉荷包荔枝開花期 (93 年 2 月) 葉片進行營養診斷結果發現兩試區果園鎂及硼有偏低情形，因此將試驗分成五個處理，分別為處理一:對照組，處理二:噴施硫酸鎂 0.2%，處理三:噴施硼酸 0.2%，處理四:噴施硫酸鎂及硼酸 0.2%，分兩次噴施(第一次於果粒定型後，第二次於果粒定型後兩週)。結果顯示，於恆春試區第一次落果率以對照組為最高(37.2%)，而以處理四落果率為最低(20.1 %)，第二次落果率以硼酸處理為最高(13.2%)，但與對照組(11.0%)並無顯著差異，以硫酸鎂處理為最低(5.1%)。於春日試區，第一次落果率亦對照組為最高(34.5%)，以硫酸鎂處理為最低(30.3%)，第二次落果率仍以對照組為最高(25.9%)，並以處理四為最低(16.3%)，並有顯著差異，此試驗顯示以營養診斷補充不足元素確有降低部分落果率之功效。

玉荷包荔枝園強酸性土壤改良試驗，於大樹試區果實採收後(七月)進行，其中處理一為對照組，處理二為施用 4 公斤/株的苦土石灰，處理三為施用 7 公斤/株的苦土石灰，處理四為施用 10 公斤/株的苦土石灰，將苦土石灰撒施於樹冠週圍後，以鋤頭將表土充分混合後以週圍落葉將之覆蓋以防下雨後苦土石灰為土壤所沖刷，採收期發現施用苦土石灰 7 公斤/株之平均花穗數、果穗數、單棵產量較其他處理為高，而平均單果

重及糖度則隨苦土石灰用量增加而有提昇趨勢，以施用 10 公斤/株者為較佳，因此建議當土壤 pH 在 5.0 以下時，可施用 7~10 公斤/株之苦土石灰，一方面改善土壤酸度，一方面補充土壤鈣、鎂的含量。

表一、恆春及春日試區經營養診斷補充施肥對落果率之影響試驗

處理	補充營養劑	恆春 第一次落果率 (%)	恆春 第二次落果率 (%)	春日 第一次落果率 (%)	春日 第二次落果率 (%)
處理一	CK	37.2[a]	11.0[a]	34.5[a]	25.9[a]
處理二	0.2% 硫酸鎂	27.8[ab]	5.10[b]	30.3[a]	24.8[a]
處理三	0.2% 硼酸	21.2[b]	13.2[a]	34.4[a]	21.3[a]
處理四	0.2% 硫酸鎂 +0.2% 硼酸	20.1[b]	7.90[b]	32.1[a]	16.3[b]

荔枝的合理化施肥

(一)三要素推薦量

肥料別	氮肥			磷肥			鉀肥		
	分配%	氮素	硫酸銨	分配%	磷酐	過磷酸鈣	分配%	氧化鉀	氯化鉀
禮肥期(7 月)	50	150	714	50	200	1111	40	160	267
基肥期(1 月)	20	60	286	50	200	1111	40	160	267
第一次追肥(3 月)	30	90	429	-	-	-	10	40	67
第二次追肥(4 月)	-	-	-	-	-	-	10	40	67
合計	100	300	1429	100	400	2222	100	400	668

(二)施肥方法：

荔枝施肥依其生長期大致可分為禮肥、基肥及追肥三個時期。

1.禮肥：施於 6~7 月間當荔枝收穫完畢，修剪枝條前即沿著樹冠周圍之東西向開溝或開輻射狀之溝，將所需之肥料量施下，其量之多寡隨著樹齡之大小而定，施用氮素較高堆肥每株 5~8 公斤，另將所需化肥施入後隨即覆土，並將剪下之枝條樹葉覆蓋上面，若土壤酸鹼度值在 4.5 以下，可施苦土石灰 5~7 公斤/棵與土壤充分混合。若有於十~十一月進行環刻可於環刻後至花芽萌出前這段其間噴施磷酸一鉀 400 倍及微量元素(如福翠農 2500~3000 倍)，每週噴施一次共三次。

2.基肥：於枝抽穗前大約 1~2 月間施下，其施法為沿著樹冠周圍之南北向開溝，或另在施禮肥時不同位置開輻射狀溝，溝深不宜太深，只要可掩埋所下之肥料即可，其施量之多寡隨著樹齡之大小而定，選用氮素較低的堆肥每株 10~15 公斤，另施下所需化學肥料，隨即覆土。

3.追肥：於盛花期可採取花穗下方成熟葉片送農業試驗改良場所進行分析，並依據診斷結果進行不足元素補充，以避免著果期元素之缺乏。於果粒定型後施下所需之肥料，此時之施法為將樹冠下之葉片或枝條清理，然後撒施第一次追肥所需肥料量，施期約在 3 月中旬，一個月後再施下第二次追肥。

(三)注意事項:

1.若因土壤酸度過高需施用苦土石灰，可選擇於採收後的 7~8 月施用，於樹冠週圍開溝，並將每株所需之 5~7 公斤苦土石灰與土壤混合後埋入溝內。

2.經開花期營養診斷結果若發現有某些微量元素缺乏情形，可以市售微量元素(如福翠農 2500~3000 倍)於謝花後配合 SNA 10~ 20ppm(約 5~10 萬倍)進行噴施以防止嚴重落果。

■荔枝開花期經葉片營養診斷可瞭解植體內養分盈缺

■荔枝幼果期應注意落果防範

■荔枝新葉缺乏微量元素情形

■土壤或植體樣品可送試驗改良場所化驗

蓮霧合理施肥技術

林永鴻
行政院農業委員會高雄區農業改良場

前　言

高、屏地區蓮霧栽植面積為全省之冠(達 90%以上)，近十多年來談起「黑珍珠」、「黑鑽石」等高品質蓮霧無人不知曉，同時也成為市場上最具競爭力的水果之一，然而蓮霧的生長發育、糖度、色澤、甚至落果、裂果等受到氣候因子(溫度、日照及雨量等)、栽培管理(枝條修剪、疏花及疏果等)以及不同養分之供給影響甚巨，加上產期集中，致盛產時價格低落，農民為在市場上爭得一席之地，較高品質的果實便成了生產的重要目標，在追求高品質蓮霧的方法之中，施肥為重要的一環，然而農民在施肥方面往往漫無目標，過度或不足的施肥都會使作物生長發育不好，甚至影響品質與產量，由此可知配合營養診斷結果來進行合理的施肥相當重要。本文擬先介紹蓮霧生長重要的幾種元素，並介紹如何利用營養診斷結果推薦施肥，期能使農民對蓮霧果園的肥培管理方法有所認知。

營養元素對於蓮霧生產的重要性

氮素施用量過高(3.2 公斤/株/年以上)時，果實糖度及次年早花率會隨氮素施用量增加而提高，葉片養分中的鎂、錳、硼、氯、鈉與果實糖度呈正相關而與鈣呈負相關，但葉片及果實大小則會劇降(陳富英，1989；蔡永皞，1990)，蓮霧果實中的磷及鈉含量能增進果實糖度與色澤，因此，均衡的養分供應與蓮霧的生長有密切的相關，為配合蓮霧週年生產，必須瞭解各施肥時期各種養分的需求，以免淪於成本提高而品質及產量反而降低之窘境，以下即將略述幾種對蓮霧生長重要的元素供施肥時之參考：

一、氮

蓮霧氮素主要的供應來源為土壤中的有機質及施用的氮素肥料，作物一般吸收土壤中的銨態氮及硝酸態氮後於體內轉化成氨基酸接著與碳水化合物結合成蛋白質，以促進營養生長(新梢的形成)。然而於開花前氮素的吸收應降低並增加磷、鉀肥的吸收以利進入生殖生長期，於開花完成並自幼果期進入中果期階段則應補充氮肥以利果實之填充，自中果期(果實開始紅頭)至成熟期則應減少氮素的供應，此時如果發現葉片仍為濃綠，則表示氮素仍足以供應果實肥大，此時不必再施用氮肥以免果實發育過快易導致裂果之現象，另一方面，碳水化合物也才足以累積至果實中，以提高果實的糖度。過多的氮對葡萄可溶性固形物(糖類)及花青素有顯著負相關(陳京城，1987)，因此果實發育後期減少氮素供應可增加糖的累積及及增加果實色澤是重要的。農民倘若施用過的氮肥也可能使樹冠週圍土壤酸化，使得磷肥易與鐵及錳結合成為無效性，微量元素硼及鉬之有效性降低，也因此導致作物對這些元素利用率的降低。

二、磷

磷為構成核酸、核蛋白、磷脂質的主要成分，糖解作用、光合磷酸化作用及光合作用中能量之轉移均需足夠的磷做為能量，一般磷為多做為基肥施用，以及在催花前配合斷根、敲頭、環剝或浸水等耕作處理以促進花芽分化，以達催早花之功效，強酸性土壤磷肥易被固定加上磷肥本身的移動性很慢，因此作物如何達到磷的有效利用，可提昇土壤酸鹼度值至 5.5~6.5，以及於營養生長期土壤保持濕潤，並偶將磷肥施入土壤根群生長之深度均可提高蓮霧園磷肥的利用率。

三、鉀

鉀之生理機能為調節及維持細胞內物質代謝，缺鉀時蛋白質合成受阻，澱粉等高分子碳水化合物聚積受影響，澱粉量減少而還原糖(大部份為果糖)增加。鉀肥適量施用可改善蓮霧果實甜度及色澤，但過量的施用鉀肥反而會促進蛋白質合成還原糖減少，使果實糖度降低。以金香葡萄

為例，當土壤有效性在134~200 ppm，而氯化鉀用量超過320公斤/公頃時，隨鉀肥用量再增加便會使糖度降低而酸度提高(王錦堂等1989)，顯然過量的施用鉀肥對金香葡萄果實有不良影響。鉀與鈉同為一價陽離子，土壤中含豐富的鉀，少量的鈉時會降低蓮霧對鈉的吸收量，所以在蓮霧果實生育後期應適量施用鉀肥，以利糖的累積。

四、鈣

鈣在植物體中以果膠質酸鈣存在，為構成植體中膠層主要成分，鈣能增進細胞組織之強度，已有多項研究證實植體缺鈣時易導致番茄、瓜果類裂果以及一些生理障礙的產生鈣在植體內可與有機酸產生沉澱，因此使得植物免於因有機酸累積產生之毒害，作物若重施氮肥而不注意鈣的補充，很容易因體內有機酸達毒害濃度使得作物產生病變。高、屏地區蓮霧栽植的區域僅少數種植於石灰性土壤，有普遍偏低情形，因此應施用鈣資材以補充鈣質，一方面可減低對於氮素的過度吸收，並可增進細胞組織的強度，使果實海綿質減少增加果實脆度及糖度，一般含鈣資材有石灰、矽酸爐渣、鈣鎂肥等，以石灰施用為例，建議施用的量約為150~200公斤/分地，於採收完畢至催花前這段時間全面撒施並打入土中。

五、鎂

鎂為構成葉綠素的主要成分，鎂會影響光合作用，因此影響碳水化合物之形成量，鎂與鉀之間有拮抗作用，因此一些對鎂需求高的作物如印度棗、柑橘類等若鉀肥施用過高，便有可能造成鎂的吸收不足而產生缺乏症狀，因為鎂在植體內移動性快，所以缺乏症狀多發生於老葉，症狀為葉脈仍維持綠色而葉肉會逐漸轉黃，當蓮霧葉片缺鎂時可以葉面噴施0.2%硫酸鎂水溶液，平常施肥則以地面施用2公斤硫酸鎂/株/年即可，倘若伴有鈣之缺乏時，則施用150~200公斤/分地之苦土石灰。

六、錳

錳在植體中以二價錳型態(Mn^{+2})移動，當田間浸水後可使三價氧化態的錳(作物較難吸收)還原成二價錳，促進錳的有效性，葉綠體中的錳含有60%以上，因此錳對於糖度的形成亦有相關曾有研究指出葡萄的轉色率與葉片中錳濃度呈正相關，而巨峰葡萄成熟果實顏色與糖度亦呈正相關，葡萄果皮中之暗紅色及紫紅色屬於花青素。花青素主要由 anthocyanidin 與糖結合，所以糖的生成量與果實著色有密切相關，曾有研究指出於果實發育後期噴施 12%左右蔗糖溶液蔗糖溶液可增加果實外表色澤(廖秀真等，1988)，建議農民可於花果期由葉面噴施 0.2%硫酸錳以促進著色。

七、硼及鋅

果樹於開花期大量元素大量自枝條移動到葉片，所以大量元素之補充應即早在施禮肥時供應，至於不易移動的次量元素及微量元素可於花期及果實發育過程中以葉面噴施補充。曾有研究指出荔枝硼與鋅的缺乏與落果有很大相關性，硼在土壤過酸(pH<5.0)或過鹼(pH>7.5)情況下都很容易缺乏，植物缺硼時會使生長點壞死，並造成受精不良及果實發育不良現象，於開花期並容易使花器凋萎壞死或使花粉管減低活力致結實不良。鋅除了能促進光合作用外，並能促進吲哚和絲氨酸合成色氨酸，而色氨酸則是吲哚乙酸(IAA)生長素的前身，曾有研究指出，植物體內 IAA 與 ABA(離層酸)互為消長，植體內 ABA 濃度高時較易有落果情形產生，當體內 IAA 濃度高時則會使 ABA 濃度降低(何及孟，1987)。

八、鈉

鈉雖非植物生長的必須元素，但屬於有益元素，Pessarki(1988)認為，土壤溶液中的鈉濃度高時，可減少對氮及水分的吸收量，由此可知鈉的補充似有其必要性，但以葉面噴施 0.1%之粗鹽水溶液即可；如果從土壤補充則應視其土壤質地、有機質含量、陽離子交換性容量(CEC)或鈉吸附比(SAR)而定，因為鈉如果施用不當，將造成土壤團粒構造遭分散，影響土壤的通氣及排水，反而對土壤物理性質會有不良影響。

蓮霧營養診斷與合理施肥

一、土壤採樣方法

於果園中逢機採取樹冠周圍土壤0～20cm、20cm～40cm，分東、西、南、北方位採取混合，應注意勿採到施肥處之土壤。土壤樣品取回後，經風乾、研磨，通過2mm篩子後裝罐備用。

二、葉片採樣方法

於8~11月進行採樣，每區的採樣數目，以果園總株數的20%為採樣株，每株採取非結果枝第二對夏梢成熟葉片約20~30片，合成一個分析樣本，立即送至實驗室，以去離子水清洗3～4次去除雜質及灰塵，並於60～70℃之烘乾箱進行烘乾處理2天，磨粉過篩去除雜質置於封口袋中備用。

三、蓮霧施肥方法及注意事項

表一為蓮霧植體內各種元素濃度參考標準。蓮霧三要素推薦施用量、施肥時期及分配率列於表二~表四。另應注意有機肥於催花成功前，施用於樹冠邊緣內30-60公分處，用耕耘機將堆肥犁入土內，充分與土壤攪拌混合，或在樹冠下兩旁開溝施用亦可，其他肥料施用可沿樹冠周圍溝施、穴施或撒施。若土壤酸鹼值低於5.5以下時，每株每年施用可施入苦土石灰150~200公斤/分地，或鈣鎂肥10-15公斤/株，如果土壤有效性鈣高於3000ppm時，則應停止施用。蓮霧催花成功後，花梗開始分粒，花朵色澤不翠綠時，可由葉面噴施0.2%之尿素溶液，有利於花梗及花朵色澤轉綠。蓮霧葉片常有缺錳及缺鋅現象，應在新梢生長前噴施200ppm之鋅及錳水溶液。

表一、蓮霧葉片營養元素濃度標準(夏梢第二對成熟葉片)

元素	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	鈉	硼	鋅
			(%)					($mg\ kg^{-1}$)		
濃度	1.26－1.50	0.10－0.12	1.15－1.45	1.60－2.00	0.16－0.20	100－150	70－120	180－250	40－80	30－50

表二、蓮霧三要素推薦量(公斤/棵/年)

要素別\樹齡	1~2 年	3~4 年	5~6 年	7 年以上
氮素	0.4~0.6	0.7~0.9	1.0~1.2	1.2~1.6
磷酐	0.4~0.6	0.7~0.9	1.0~1.2	1.2~1.6
氧化鉀	0.4~0.6	0.7~0.9	1.0~1.2	1.2~1.6

表三、蓮霧肥料施用量(公斤/棵/年)

肥料名稱\樹齡	1~2 年	3~4 年	5~6 年	7 年以上
尿素	0.87~1.30	1.52~1.96	2.17~2.61	2.61~3.48
過磷酸鈣	2.22~3.33	3.89~5.00	5.55~6.67	6.67~8.89
氯化鉀	0.67~1.00	1.17~1.50	1.67~2.00	2.00~2.67

表四、蓮霧施肥時期及分配率(%)

要素別\樹齡	1~2 年 (8~10 月)	3~4 年	5~6 年 (5~7 月)
氮肥	50(40)	50	(10)
磷肥	50	-	50
鉀肥	50	25	25
有機肥	100	-	-

註：( )表強修剪或採收完樹勢較差之果樹，在採收後修剪前，施用氮肥 10%，並充分灌溉以利新梢長出，催花成功後施用之氮肥改為 40%。

圖一、施肥及土壤水分管理不當亦會產生蓮霧裂果

圖二、田間施肥管理應以營養診斷結果為依據

圖三、生產高品質蓮霧有賴於良好的田間管理

圖四、蓮霧園埋設土壤水分張力計以利水分管理

圖五、蓮霧氮素缺乏會自老葉開始黃化（左為正常葉片，右為缺氮情形）

合理化施肥之展望

黃山內

行政院農業委員會台南區農業改良場 場長

前 言

隨著我國加入世界貿易組織(WTO),肥料自由化民營化時代的來臨,過去由政府補貼之低肥價政策勢難維持,肥料價格將反映成本而調整,政府為緩衝肥價調漲對農民之衝擊,制訂「肥料政策調整方案」,在六年調適期間內,由農委會以漸進式調整肥料銷售價格,每年調漲幅不超過六%,肥料出廠價與零售價間之價差由農委會予以補貼,惟補貼金額逐年減少,六年之後不再補貼,肥料價格將由市場機能反映。

為降低農民施肥成本,政府從技術層面推動合理化施肥措施,教育並宣導農民依農業技術單位之需肥診斷服務推薦之施肥量、施肥法合理施肥,減少施肥浪費以挹注肥價調漲增加之費用。依據台南區農業改良場所多年來試驗示範成果顯示,依照作物需肥診斷推薦量施肥不但不會造成減產,甚至有改善品質之效益。

土壤永續生產力

農作物從土壤中吸收的各種營養要素有多有少,需要量較多的有氮、磷、鉀,稱之為三要素,由於三要素影響作物生產及產品品質至鉅,也佔施肥成本最大部分,因此,三要素肥料之施用量、施用方法及使用肥料種類之選擇,是作物肥培管理上重要課題。一般而言,短期作物可依土壤分析測定來推薦肥料要素用量,長期作物尚需作植體(葉片)分析診斷才能推薦合理施肥量,農友可參照農業技術單位之推薦肥料種類及用量、方法施

肥是為合理化施肥。合理化施肥措施除上述肥料用量推薦外，應包括其他土壤肥料技術之綜合應用，以達到提高產量與品質，並維護農田土壤永續生產力之目標，例如:

1. 有機質肥料使用：在高經濟價值作物常需使用有機質肥料以提高產品品質。因有機肥料種類多，包括木屑堆肥、樹皮堆肥、禽畜糞堆肥、豆粕類等，其肥效係依其所含有機質在土壤中經微生物分解礦化釋出之養分要素而異，故有機肥料之施用應依其資材及碳氮比預估礦化率及可釋出之養分要素量。又連續使用有機肥料時，除當作所施有機肥料之可礦化量外，前期土壤中有機質之可礦化量亦要評估，才能確實明瞭可由有機質供給之要素量。一般可以化學肥料和有機肥料配合施用，應將有機肥料可釋出之要素量扣抵化學肥料用量，才符合合理施肥目標。
2. 綠肥作物之利用：在農地休閒期或休耕田種植綠肥作物，尤其是荳科綠肥具固氮能力，為提高農田肥力有效方法，一般短期作物可將綠肥作物納入當地耕作制度，長期作物如於文旦果園種覆蓋綠肥作物，為良好土壤管理方法之一。台南場育成推廣之景觀綠肥用向日葵（台南一號）栽培，景觀綠肥兩相宜，及覆蓋兼綠肥用大豆台南四號、六號，可供選擇利用。
3. 微生物肥料應用：農作物生產常利用環境中之資源，如將有益作物生長之微生物接種到種子或施用於幼苗與土壤上，往往可增加植物營養要素之供應、提高土壤中養分之有效性，增進根系之生長與養分之吸收、保護根系及增進抗逆境能力等等。目前已推廣應用者有毛(大)豆接種固氮根瘤菌、洋香瓜育苗接種菌根菌、溶磷菌等，均已具有相當成效。
4. 其他如深層施肥機的開發，節省施肥工資，並將肥料施入表土之下，減少肥料損失，提高肥料效率。地區性問題土壤改良，如強酸性土壤施用石灰資材矯正酸度，以提高肥料效率及生產力。

結　語

施肥是提高農產品產量及品質之有效方法，但要達到施肥預期目的，肥料種類、用量、使用方法並應配合作物類別、栽培管理等技術妥善之應用，作物獲得充分及均衡養分供應，才能得到產量高及品質優之農產品。隨著社會經濟之發達，國民生活水準提升及消費之需要，農產品品質高級化、精緻化之需求下，作物之肥培管理更不能不重視，施肥不當易導致植物養分不均衡，鹽分累積過剩毒害及病蟲害嚴重發生、農產品品質低下等現象。因此，合理化施肥為提升農產品品質重要之一環，而瞭解土壤肥力及養分供應能力，是達到合理施肥必要步驟。台南區農業改良場提供相關分析服務與諮詢，請農友多加利用，以達經濟合理施肥及農地永續利用之目標。

國家圖書館出版品預行編目資料

果樹合理化施肥技術專刊/行政院農業委員會農業試驗所，中華永續農業協會編.－台中縣霧峰鄉：農業試驗所，
2004 (民 93)
118 面：26 × 19 公分
ISBN 957-01-9876-1 (精裝)
1. 果樹類－栽培－論文，講詞等
2. 肥料－論文，講詞等
435.307　　93024289

果樹合理化施肥技術專刊

出版者：行政院農業委員會農業試驗所
　　　　中華永續農業協會
發行人：林俊義
　　　　戴振耀
地　址：台中縣霧峰鄉中正路 189 號
電　話：(04)23302301(代表號)
網　址：http://www.tari.gov.tw
承印者：信成文具印刷有限公司
地　址：台中市興中街 106 號
電　話：(04)22224617
出版日期：中華民國九十三年十二月
版　次：初版

展售處：

國家書坊台視總店	台北市八德路三段 10 號 網址：http://www.govbooks.com.tw	(02)2578-1515 Ext.643
三民書局	台北市重慶南路一段 61 號 網址：http://www.sanmin.com.tw	(02)2361-7511
五南文化廣場	台中市中山路 2 號	(04)2226-0330
新進圖書廣場	彰化市光復路 177 號	(04)2725-2792
青年書局	高雄市青年一路 141 號	(07)332-4910

定　價：新台幣 250 元
統一編號(GPN)：1009304949
ISBN：957-01-9876-1

ISBN 957-01-9876-1
9 789570 198768
GPN 1009304949